This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

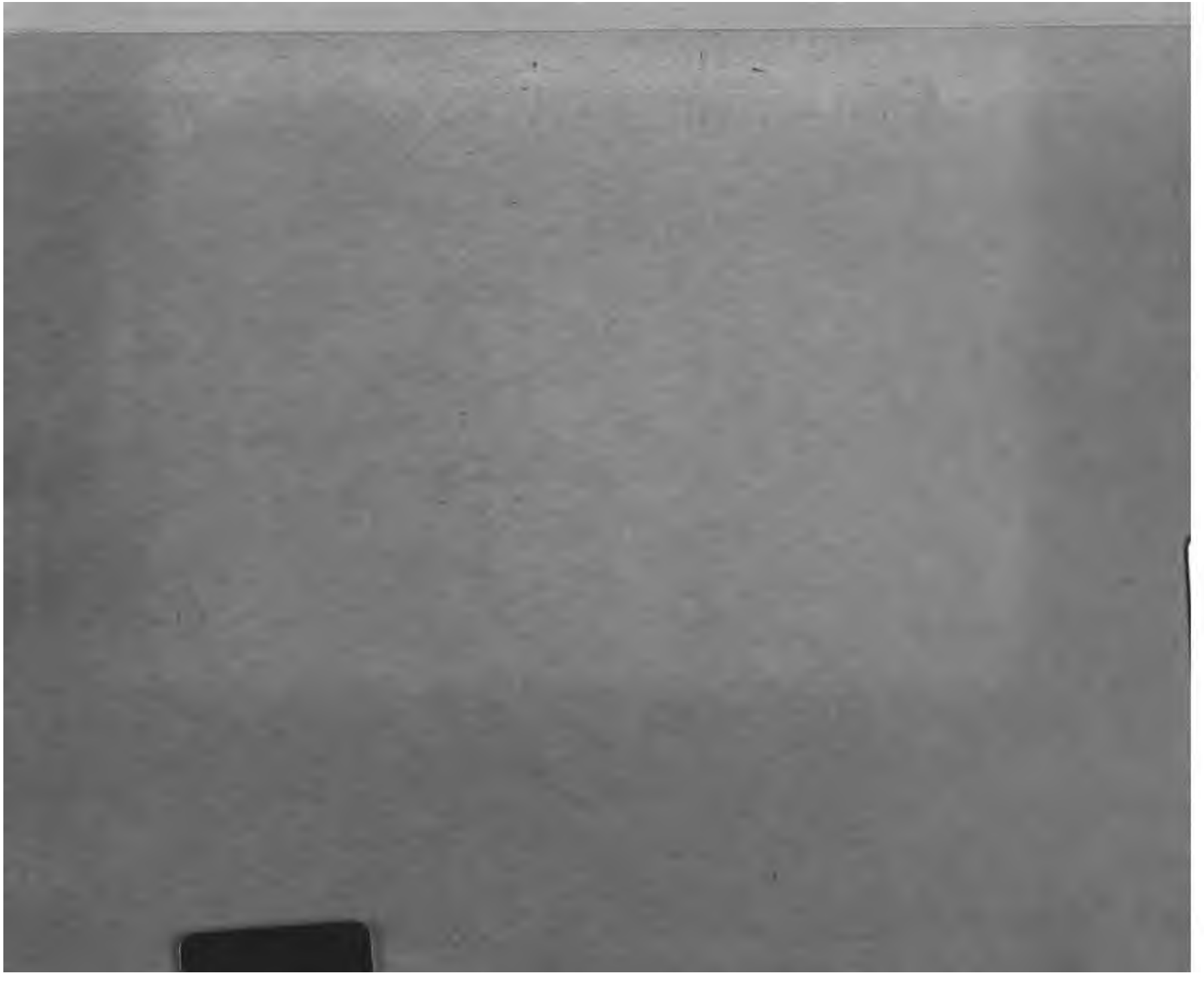
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

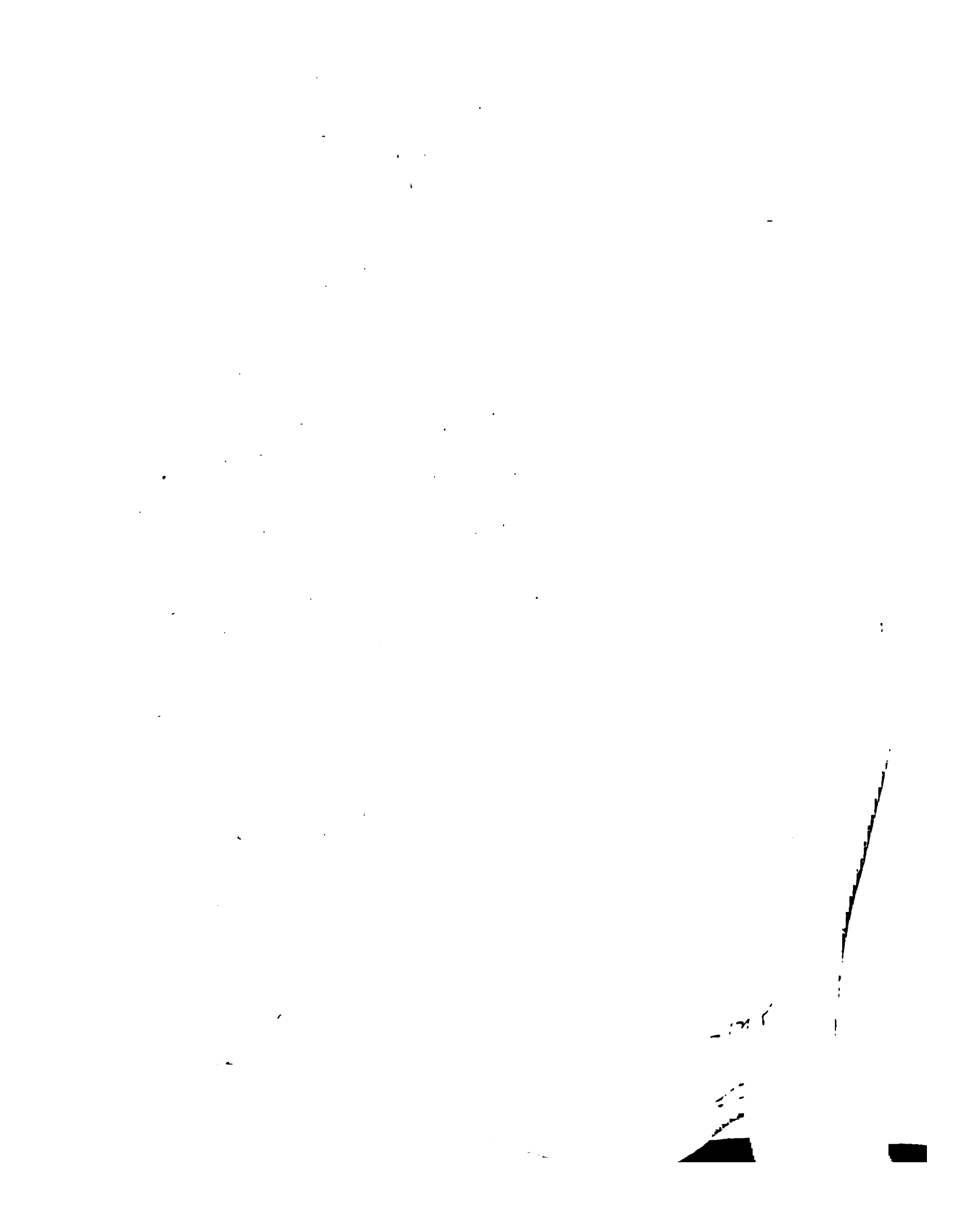
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06909983 0





1. Light
2. Photochemistry

T.D.

R.D.

Ueber

die Natur des Lichts.

Zwey

von der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg

gekrönte Preisschriften

von

Heinrich Friedrich Link,

D. der Arzneygelahrheit, ordentlichem Professor der Naturgeschichte, Chemie und Botanik auf der Universität zu Rostock;

und

Placidus Heinrich,

Professor der Physik und Mathematik in dem Stifte St. Emmeram zu Regensburg.

St. Petersburg;
gedruckt bey der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, 1808.

II.

TO NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
2370[illegible]A
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1926 L

In der Sitzung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 22. August 1804 wurde folgende Preisfrage auf das Jahr 1806 bekannt gemacht:

Wenige Gegenstände der Naturlehre sind, in Rücksicht dessen, was sie Berechenbares darbieten, mit größerm Erfolge untersucht worden, als das Licht; aber die Natur dieses wunderbaren Wesens selbst ist uns noch wenig, und vielleicht gar nicht bekannt. Man hat seit langer Zeit über diesen Gegenstand zwey durch die großen Namen ihrer Urheber gleich berühmte Hypothesen: die Newtonsche, welche das Licht materiellen Ausflüssen der leuchtenden Körper zuschreibt, und die Eulersche, nach welcher dasselbe von einer durch die leuchtenden Körper selbst hervorgebrachten zitternden Bewegung einer besondern sehr elastischen Flüssigkeit entsteht. Dem Begründer der neuern Chemie, dem berühmten Lavoisier, verdankt man eine dritte Hypothese, nach welcher angenommen wird: daß in der Natur ein besondrer Stoff als die wirkende Ursache der Erscheinung vorhanden sey, welche wir mit dem Namen der Klarheit oder des Lichtes bezeichnen; daß dieser Lichtstoff den chemischen Verwandtschaften unterworfen sey, denen zufolge er sich mit an-

Nov. Act. [illegible]

dern Körpern verbinde, sich von ihnen trenne und merkliche Modificationen in ihnen hervorbringe; daß er, durch seine genaue Verwandtschaft mit dem Sauerstoffe, diesen in Verbindung mit dem Wärmestoffe, zu dem luftförmigen Zustande bringe, unter welchem er einen Bestandtheil in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft ausmacht; und daß das Feuer, welches sich bey dem Verbrennen der Körper äußert, von der Zersetzung des Sauerstoffgases der atmosphärischen Luft herrührt, welche durch das Entzündbare, nach den Gesetzen der Verwandtschaft hervorgebracht wird, denen zufolge der Wärmestoff und der Lichtstoff frey werden, und sich von dem Körper trennen, welcher den Sauerstoff, als die Basis jenes Gases eingeschluckt hat. So ungewiß, und so vielen Schwierigkeiten unterworfen das Daseyn eines Lichtstoffes und die Wirklichkeit seiner Verwandtschaften seyn mag, über welche der berühmte Urheber dieser Hypothese selbst sich mit einer eines so großen Naturforschers würdigen Zurückhaltung ausgedrückt hat: so ist es doch außer Zweifel, daß dieser schöne Gedanke, welcher nicht ganz von aller Unterstützung von Seite der Erfahrung entblößt ist, ein weites Feld für die interessantesten Untersuchungen zur Erweiterung des Gebietes der Naturwissenschaft darbietet. Wenn ein Lichtstoff existirt; wenn dieser Stoff chemischen Verwandtschaften unterworfen und rings um uns verbreitet ist: so könnte er wohl, durch die Verbindungen, die er mit andern Körpern eingeht, beträchtlichen Einfluß auf dieselben und auf viele natürliche Erscheinungen haben.

Die Erweiterung unserer Kenntnisse in Rücksicht dieses Stoffes würde uns demnach auf Resultate führen, welche, indem sie eine noch verborgene Naturkraft beleuchten, zugleich ein neues Licht auf mehrere ihrer Wirkungen werfen würden. Aus diesen Gründen hat es die Kaiserl. Akademie für gut und den Fortschritten der Wissenschaften für zuträglich gehalten, einen Preis von fünfhundert Rubeln öffentlich auszusetzen, der demjenigen Naturforscher zugesprochen werden soll, welcher

> die lehrreichste Reihe von neuen Versuchen über das Licht als Materie; über die Eigenschaften, welche man berechtiget seyn wird, diesem Stoffe zuzuschreiben; über die Verwandtschaften, in welchen er mit andern organischen oder nicht organischen Körpern zu stehen scheint; und über die Modificationen und Erscheinungen, welche sich in diesen Substanzen, in Folge der Verbindungen zeigen, welche der Lichtstoff mit ihnen eingegangen ist,

gemacht und der Akademie mitgetheilt haben wird.

Ohne sich in das Historische weder der Einwürfe, welche man gegen diese Hypothese gemacht hat, noch der Untersuchungen, einzulassen, welche man angestellt hat, um die Spuren der Wirkung der chemischen Verwandtschaften des Lichtstoffes in den verschiedenen Modificationen der Körper und den natürlichen Erscheinungen zu entdecken, bemerkt die Akademie bloß, daß diese Untersuchungen sich vielleicht nicht ohne Nutzen auf das galvanische Feuer

ausdehnen ließen, dessen blendender Glanz, bey großen Voltaischen Säulen und mit verkohlten Substanzen das des Sonnenlichts einigermaßen nachahmt. Uebrigens begnügt sich die Akademie den Gegenstand der Preisfrage im Allgemeinen auszudrücken, um die Gelehrten, welche sich damit beschäftigen wollen, auf keine Weise in dem Gesichtspuncte zu beschränken, unter welchem sie geneigt seyn möchten, einen so schweren, kaum noch bearbeiteten und doch der Erforschung so würdigen Gegenstand, zum Vortheil der Naturwissenschaft zu betrachten.

Die Akademie erhielt zur bestimmten Zeit (1sten Mai 1806) sechs Preisschriften, mit folgenden Devisen versehen:

Nr. 1. in russischer Sprache, mit der Devise: Философъ знающій сомнѣвапься разумѣетъ болѣе всѣхъ ученыхъ ꝛc.

Nr. 2. in russischer Sprache, mit der Devise: въ природѣ утреннѣе время ꝛc. nebst einem Nachtrage mit der Devise: Восникло знанїе, за нимъ ошибокъ время ꝛc.

Nr. 3. in lateinischer Sprache, mit der Devise: Estne color proprius rerum, lucisne repulsus eludunt aciem?

Nr. 4. in französischer Sprache, mit der Devise: Nox abiit, nec tamen orta dies!

Nr 5. in deutscher Sprache, mit der Devise: Ut noscas splendore novo res semper egere ꝛc.

Nr. 6. in deutſcher Sprache, mit der Deviſe: La physique ne sera veritablement une science ꝛc.

Die erſten mit Nr. 1. Nr. 2. und Nr. 3. bezeichneten Schriften enthielten nicht allein keine neuen Verſuche, ſondern ſtatt deſſen Hypotheſen und allgemein bekannte Dinge in einem ſehr unordentlichen Vortrage abgefaßt. Sie konnten daher gar nicht zur Concurrenz zugelaſſen werden.

Die mit Nr. 4. bezeichnete Schrift hatte manches Gute. Der Verfaſſer verrieth ſich als einen Sachkundigen, der über manche die Natur des Lichts betreffende Gegenſtände intereſſante Unterſuchungen mittheilte. Der Mangel aber alles Zuſammenhanges und ſyſtematiſcher Ordnung in ſeinem Vortrage, der Mangel aller neuen ſowohl ſeine Behauptungen unterſtützender als überhaupt zu neuen Reſultaten leitender Verſuche verhinderten die Akademie, dieſer Schrift den Werth zuzuerkennen.

Die Nr. 5. und 6. bezeichneten Antworten hingegen hielt die Akademie ihrer völligen Aufmerkſamkeit werth. Dem Berichte der zur Beurtheilung dieſer Schriften ernannten Mitglieder zufolge entſprechen ſie beyde den Hauptbedingungen des Programms, theils inſofern ſie viele neue Verſuche über die Wirkungen und Eigenſchaften des Lichts, theils eine zweckmäßige Zuſammenſtellung der

bereits bekannten, enthalten, von denen mehrere zweifelhafte wiederholt worden sind. Beyde sind nach einem wohlüberlegten Plane mit Deutlichkeit und systematischer Ordnung ausgearbeitet. Obgleich beyde nicht ganz frey von unzusammenhängenden und sich widersprechenden Sätzen, manchen übereilten und auf unzulänglichen Beweisen gegründeten Behauptungen, Dunkelheiten und Irrthümern sind, so hat doch die Akademie in Erwägung der eben erwähnten Vorzüge den Preis unter beyde Verfasser zu theilen für nothwendig gehalten.

Nach Eröffnung der Devisen fand sich als Verfasser von Nr. 5. Herr Professor Link in Rostock, und von Nr. 6. Herr Professor Heinrich in Regensburg. Die Devisen der übrigen wurden verbrannt.

Ueber

die chemischen Eigenschaften des Lichts.

Versuch einer Beantwortung der von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Petersburg aufgeworfenen Frage.

Ut noscas splendore novo res semper egere,
Et primum jactum fulgoris quemque perire.
Lucret.

St. Petersburg,
gedruckt bey der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Aufgabe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

La serie, la plus instructive d'expériences nouvelles sur la lumière considerée comme matière; sur les proprietés, qu'on sera en état de lui attribuer; sur les affinités, qu'elle paroitra d'avoir avec d'autres corps, soit organiques, soit non organiques, et sur les modifications et phénomènes, qui se manifestent dans ces substances, en vertu des combinaisons, dans lesquelles la matière de la lumière s'est engagée avec elles.

Einleitung.

Die Erlauchte Kaiserliche Akademie der Wissenschaften verlangt eine Reihe von neuen Versuchen über das Licht als Materie betrachtet. Sie verlangt also keine mathematische Untersuchungen über die Wege der Lichtstralen, wie sie schon von vielen Mathematikern und Physikern angestellt sind, sondern physische und chemische Bemerkungen und Versuche über die Wirkungen des Lichts auf die Körper, und über die Verbindungen, welche es vielleicht mit ihnen eingehen kann. Der mathematische Theil der Lehre vom Licht ist zu einem hohen Grade von Vollkommenheit gebracht worden,

der chemische Theil hingegen ist noch ganz in seiner Kindheit, und die Frage nach diesem wichtigen Theile war einer Erlauchten Akademie würdig, welche für die Fortschritte der Wissenschaften aufmerksam besorgt ist.

Ich habe es gewagt, diesen Theil in seinem ganzen Umfange, so viel es in meinen Kräften stand, abzuhandeln. Die schon bekannten Versuche der Naturforscher habe ich zusammen gestellt: wenn sie zweifelhaft waren, wiederholt, sie zu ergänzen und durch neue Versuche zu erläutern gesucht. Ich wünsche, daß ich möge die Gesetze, nach welchen das Licht wirkt, glücklich gefunden haben.

Die Vorstellungsart, das Licht als Materie zu betrachten, ist die erste und natürlichste. Wir müssen den Gegenstand unserer Untersuchungen isoliren, von allen andern Gegenständen abgesondert betrachten, um seine Verhältnisse zu erforschen. Das von allem Andern Abgesonderte ausser uns, stellt

ausgehen. Wir müssen uns wohl erinnern, daß wir nur eine Hypothese zum Grunde legen, und daß es auf keine Art erwiesen sey, ob das Licht unter die besondern Materien gehöre, und als solche von den leuchtenden Körpern ausströme.

Inhalt

Seite

Erster Abschnitt. Wirkungen des Lichts . . 7

§. 1. Erleuchtung 7

" 2. Erwärmung 9

" 3. a. Verdampfung 15

" " b. Krystallisation und Efflorescenz 17

" 4. Chemische Wirkungen des Lichts.

A. Desoxydationen.

1. Wirkungen auf metallische Körper.

a. Wirkungen auf Silberverbindungen . . 19

b. Wirkung auf Gold- und Queckſilberverbindungen 28

c. Wirkungen auf andere Metalle . . . 32

2. Wirkungen auf andere Körper . . . 35

B. Oxydationen 40

C. Resultate 45

Zweyter Abschnitt. Wirkungen des farbigen Lichts. 53

Dritter Abschnitt. Entwickelung des Lichts.

§. 1. Verbrennung 63

" 2. Leuchten bey Erhitzung 67

" 3. Leuchten beym Reiben 74

" 4. Lichtsaugende Körper 76

" 5. Phosphore 79

Inhalt.

Vierter Abschnitt. Verhältnisse des Lichts zu andern Körpern. Seite

§. 1. Materialität und Charakter des Lichts . . . 85
§. 2. Verschiedenheiten des Lichts . . . 86
§. 3. Verhältnisse zum Wärmestoff . . . 87
§. 4. Verhältnisse zur Electricität . . . 88
§. 5. Verhältnisse zum Galvanismus. . . . 90

Erster Abschnitt.

Wirkungen des Lichts.

Wir kennen die Körper nur aus ihren Wirkungen, in diesen suchen wir ihre Merkmale, wodurch sie sich von andern Körpern auszeichnen. Nicht allein die wirklichen, sondern auch die vorgeblichen Wirkungen und Eigenschaften des Lichts verdienen hier eine Untersuchung.

§. 1.

Erleuchtung.

Der erste und wichtigste Charakter des Lichts ist das Leuchten; ja wir nennen sogar Licht Alles, was leuchtet, oder was vielmehr die unmittelbare Ursache des Leuchtens ist. Es könnte allerdings mehr Stoffe geben, welche diese Eigenschaft mit einander gemein hätten; eine Behauptung, worauf allerdings in der Folge Rücksicht zu nehmen seyn wird.

So lange das Licht noch leuchtet, eilt es frey und unverbunden unserm Auge zu. Es kommt hier nur auf die Wege der Stralen, und auf die Stärke der Erleuchtung an. Wir dürfen nur an die Zurückstralung, Brechung und Bewegung des Lichts, so wie an die photometrischen Lehrsätze erinnern; die mathematische

Physik hat die Untersuchung dieser Erscheinungen unternommen, welche nicht zu dem gegenwärtigen Zwecke gehört. Hier nur einige Bemerkungen.

Newton fand zuerst, Euler und die neuerlichen Versuche bestätigen es, daß zwar im Ganzen die Stärke der Brechung mit der Dichtigkeit des brechenden Mittels wächst, daß aber die brennbaren Körper die Lichtstralen stärker brechen, als die nicht brennbaren. Sieht man also eine anziehende Kraft als die Ursache der Stralenbrechung an, so ist es nicht die allgemeine Anziehung allein, welche hier ihre Wirkungen äußert, es ist eine besondere Anziehung, eine Verwandtschaft, welche die Lichtstralen eher zu den brennbaren Körpern nähert, als zu den übrigen. Vorzüglich scheint der Kohlenstoff unter diesen Umständen eine besondere Anziehung zu dem Lichte zu äußern, wie das Beyspiel des Diamanten, welcher das Licht am stärksten bricht, zu zeigen scheint.

Ob die Wärme des brechenden Mittels Einfluß auf die Stärke der Brechung habe, ist noch nicht genau erforscht. Einige Versuche hat Euler über diesen Gegenstand angestellt (s. Memoires de l'Academie de Berlin, p 328. 333. 441.) aber die Resultate, welche er daraus zieht, befriedigen nicht. Im Ganzen, glaubt er, vermehre die Wärme die Stralenbrechung, aber die Beobachtungen über die irdische Stralenbrechung, deren wir in neuern Zeiten eine Menge erhalten haben, welche sich ziemlich vollständig in Gilberts Annalen der Physik finden, lassen eher das Gegentheil vermuthen. Es ist nicht glaublich, daß der geringe Unterschied der Dichtigkeit zwischen einer untern erwärmten Luftschicht und einer obern kältern, eine so beträchtliche Krümmung der Stralen nach oben hervorbringen sollte, als man oft bemerkt; es ist vielmehr wahrscheinlich, daß eine Zurückstoßung der untern wärmern Luftschicht, verbunden mit der Anziehung der obern kältern und dichtern Luftschicht den Stralen jene Krümmung nach oben gebe.

Man hat bis jetzt noch nicht versucht, die Stärke der Beugung des Lichts und die Verschiedenheit derselben für verschiedene Körper zu bestimmen. Es läßt sich erwarten, daß auch hier eine besondere Anziehung ihre Wirkung äußern werde. Doch wir überlassen dieses den mathematischen Physikern.

§. 2.

Erwärmung.

Die Sonnenstralen erwärmen zufolge einer allgemeinen Erfahrung. Eben diese Erfahrung lehrt uns bald, daß diese Erwärmung desto größer sey, je mehr sich der Einfallswinkel der Stralen einem rechten nähert. Doch sind mir noch keine bestimmte Versuche über die Zunahme der Wärme in Verhältniß zu der Größe der Einfallswinkel, oder ihrer Sinus, bekannt.

Boyle bemerkte zuerst, daß schwarze und gefärbte Körper in den Sonnenstralen eine größere Hitze annehmen, als weiße und ungefärbte (Boyle's Works by Shaw, Vol. 2. p. 34. sqq.). Musschenbrock (Introd. ad Philosoph. natural. Tom. 2. §. 1620. sqq.), Franklin (Letters, lettr. 56.), de Saussure (Voyage dans les Alpes, T. 4. §. 932.) haben über diesen Gegenstand viele und sehr befriedigende Versuche gemacht. Ich fand, daß von zwey correspondirenden 80theiligen Queckſilber-Thermometern (deren ich mich immer, wo nicht das Gegentheil angezeigt ist, bedient habe), eines, dessen Kugel über einem Lampen geschwärzt war, in den Sonnenstralen, welche das andere auf 20 Grad erwärmten, um 4 Grad höher stieg.

Es ist hier zuerst die Frage, ob alles Licht wärme. Vom Tageslichte hat es Pictet gezeigt, auch gefunden, daß Thermometer mit geschwärzten Kugeln am bloßen Tageslichte höher stehen, als andere (Versuch über das Feuer, S. 183). Indessen ist Tageslicht ebenfalls Sonnenlicht, und es ließen sich von jenem dieselben

Wirkungen zu erwarten, wie von diesem, aber daraus keine Folgen für anderes Licht ziehen. Ich nahm daher zwey correspondirende Thermometer, und schwärzte die Kugel des einen wie vorhin, und fand, daß dieses in einem durch Argandische Lampen stark erleuchteten Zimmer das andere immer um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad an Höhe übertraf. Hieher gehören auch Herschels Versuche (Philosoph. Transact. f. 1800. T. 2. n. 15. Gilberts Annalen d. Phys. B. 10. S. 68.) welche ebenfalls zeigen, daß die Stralen eines brennenden Körpers durch das Brennglas verdichtet, ein Thermometer steigen machen. Doch sind hier noch nicht die Wärmestralen ausgeschlossen, daher ich die Versuche mit geschwärzten Thermometern vorziehe.

Ungeachtet aller Bemühungen, und selbst bey der Anwendung der von Pictet angegebenen Luftthermometer, war ich nicht im Stande eine Wirkung des Mondenlichts und des Lichts der phosphorescirenden Körper, namentlich des leuchtenden Holzes, des leuchtenden Fleisches u. dgl. wahrzunehmen. Sie trieben die empfindlichsten Thermometer nicht merklich in die Höhe. Aber das Licht aller dieser Körper ist so schwach, daß dieses wohl nur die Ursache seyn mag, warum es nicht erwärmt. Der Phosphor, bey dessen Leuchten freylich ein Verbrennen Statt findet, bringt, indem er phosphorescirt, Wärme hervor; ein dünnes Scheibchen Phosphor um die Kugel eines Thermometers gelegt, trieb dieses in einer Minute von + 12° auf 12½, ja nach einigen Minuten beynahe bis + 13°.

Von der schönen Wirkung der farbigen Stralen und Herschels Wärmestralen soll weiter unten die Rede seyn. Jezt haben wir es noch mit dem ganzen unzertrennten Lichte zu thun. Da schwarze Körper besonders stark durch Licht erwärmt werden, so entsteht bald die Vermuthung, daß verschlucktes Licht zu dieser merklichen Wärme werde. Eine Vermuthung, welche einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erlangen würde, wenn die erregte Wärme mit der Menge des verschluckten Lichts in einem geraden

Verhältniß stände. Doch vor Herschel (s. Philosoph. Transact. f. 1800. p. 437. Gilberts Annal. B. 12, S. 522) und dem Grafen von Rumford (Gilberts Annal. B. 20. S. 177) hat niemand dergleichen Versuche angestellt. Die Versuche des erstern, welcher die Wärme sowohl als das Licht (vermittelst eines Photometers) maß, nachdem beide durch ungefärbte oder farbige Gläser gegangen waren, sind dagegen. Allein gegen seine Versuche läßt sich immer noch einwenden, daß er auf das Licht oder die Wärme, welche von der Vorderfläche der Gläser zurückstralen, nicht gesehen habe, und daß die photometrischen Versuche, besonders mit farbigem Lichte, wo es nur auf eine ungewisse Schätzung des Auges ankommt, keinesweges das erforderliche Zutrauen einflößen können. Graf von Rumford behauptet jenes Verhältniß, besonders zufolge eines Versuches, nach welchem eine schwarz gefärbte Flasche in einer gleichen Entfernung vor und hinter dem Brennpuncte einer Glaslinse gleich schnell erwärmt wurde. Ich sehe nicht ein, daß aus diesem Versuche mehr folge, als ähnliche Wirkungen der divergirenden und convergirenden Stralen, bey gleicher Dichtigkeit derselben.

Ist jenes Verhältniß richtig, so muß die Hitze desto größer werden, je mehr das Licht verschluckende Theilchen in einem und demselben Raume zusammen sind. In dieser Rücksicht machte ich folgende Versuche. Es ist bekannt, daß der Brennpunct einer starken Linse, wenn er auf die Oberfläche von reinem Wasser fällt, dieses nicht zum Kochen oder zum Verdampfen bringt. Ich ließ daher den Brennpunct eines Glases von 4 Zoll Oeffnung und einem Fuß Brennweite auf die Oberfläche von zwey Drachmen guter schwarzer Tinte fallen. Sogleich entstanden Dämpfe und Nebel. Ich verdünnte diese Tinte zuerst mit einer Unze, dann mit 3, mit 12, und endlich mit 48 Unzen Wasser, und fand, daß der Brennpunct desselben Glases zu derselben Zeit in allen Fällen fast eben so schnell Dämpfe und Nebel, und dieses in keiner sehr merklichen Menge erregte. Wenigstens war ich nicht im Stande

an einer Uhr die Unterschiede der Zeiten, wie ich mir vorgenommen hatte, bestimmt anzugeben. Tinte ist ein Gemenge des gallussauren Eisens mit dem Wasser, und je mehr sie mit dem Wasser verdünnt wird, desto entfernter schwimmen die schwarzen das Licht verschluckenden Theilchen im Wasser. Wollte man auch annehmen, daß nur wenige dieser schwarzen Theilchen hinreichend wären eine solche Hitze hervorzubringen, um das Wasser dampfen zu machen; so müßte doch in dem ersten Falle eine ungleich größere Hitze, ja ein wahres Kochen entstanden seyn. Wir können also hieraus schließen, daß die entstandene merkliche Wärme nicht mit der Menge des verschluckten Lichts (starke Tinte ist bekanntlich auch viel undurchsichtiger, als schwache) in einem geraden Verhältnisse stehe. Man könnte sagen, das Licht bringe bloß in dem Umfange der Gegend, wo es verschluckt wird, Wärme hervor; eine Behauptung, welche mit der Art, wie Brenngläser brennen, gut zusammenzustimmen scheint.

Daß Licht beym Verschlucken nicht Wärme werde, ist dadurch noch nicht bewiesen. Es könnte latente oder chemisch gebundene Wärme werden *). Aber diese Versuche machen manche Theorien über das Licht sehr unwahrscheinlich. Wenn Licht nach de Luc nur das fluide Deferent eines Stoffes ist, welcher dadurch erregt, als freye Wärme sich befreyet, so muß offenbar die entstandene Wärme mit dem verschluckten Licht in einem Verhältnisse stehen. Eben dieses wird der Fall seyn, wenn das Licht in den schwarzen Körpern zersetzt wird, ihnen einen Bestandtheil, z. B. das Phlogiston mittheilt, und die geschiedene freye Wärme fahren läßt.

Eine andere Frage, welche wir hier untersuchen müssen ist: Verhält sich das Licht beym Entzünden der brennbaren Körper wie der Wärmestoff, bringt es in denselben Körpern eine Entzündung unter denselben Umständen hervor?

---

*) Doch finden wir nicht, daß Metalle, welche viel Licht verschlucken, mehr latente Wärme besitzen, als andere Körper.

Schon die Mitglieder der Akademie del Cimento beobachteten (Saggi dell'Academia del Cimento S. 266), daß man im Brennpuncte Weingeist nicht zur Entzündung bringen könne. Nollet machte ähnliche Versuche, er dehnte dieselbe Erfahrung auf Terpentinöl und Schwefeläther aus; er sah, daß Schwefel, aber nicht Siegellack, Harz, Pech und Talg, sich daselbst entzünden ließen (Memoir. de l'Academ. d. Scienc. d. Paris p. 1757 S. 896). Diese Versuche, welche einen großen Unterschied zwischen Wärme und Licht anzuzeigen scheinen, bedürfen einer genauern Nachforschung.

Ich ließ den Brennpunct eines Brennglases im Winter auf die Kugel eines Thermometers fallen, und trieb es dadurch innerhalb einer Minute auf + 65°. Graues Löschpapier dem Brennpuncte ausgesetzt, kam sogleich ins Glimmen und brannte zu Asche. Dasselbe Löschpapier einer dunkeln Ofenwärme von 65° ausgesetzt, verbrannte auf keine Weise. Ich tränkte darauf das Papier mit Terpentinöl, und konnte nun das Papier zu Kohle und Asche brennen, ohne daß sich das Oel entzündete oder nur beträchtlich verdampfte. Eben dieses war der Fall, als ich statt des Oels Weingeist oder Schwefeläther nahm. In derselben Ofenwärme verdamften Oel, Weingeist und Aether, aber das Papier entzündet sich nicht. Als ich eine glühende Kohle dem getränkten Papier näherte, verdampfte zuerst die Flüssigkeit in einem beträchtlichen Umfange, und darauf wurde das Papier entzündet. Ein Körnchen Schießpulver brachte die Flüssigkeit sogleich durchaus in eine helle Flamme.

Kampfer hingegen, Gummilack und andere Harze verdampfen und schmelzen im Brennpuncte, ohne sich zu entzünden. Eine Unterlage von Kohle beschleunigt beides, besonders beym Kampfer in einem hohen Grade, ohne jedoch Entzündung hervorzubringen.

Man sieht also aus diesen Versuchen, daß, wie Nollet behauptet, die flüssigen, ungefärbten, durchsichtigen brennbaren Substanzen durch das Licht gar nicht, oder nur sehr schwer, entzündet

werden. Das schnelle Schmelzen der Harze vermindert ohne Zweifel die fortgesetzte Wirkung des Lichts, und ist die Ursache, warum sie nicht endlich zum Brennen gelangen. Aber ein Paar wichtige Umstände sind hiebey nicht beachtet worden. Erstlich, daß Wärme die flüchtigen brennbaren Stoffe leichter verflüchtigt, als Licht, denn eine glühende Kohle treibt erst die Flüssigkeit aus und entzündet dann das Papier, ein Brennglas brennt dieses gleichsam unter der Flüssigkeit weg. Die Verflüchtigung der Harze und des Kampfers entsteht ohne Zweifel durch die zugleich entwickelte Wärme, denn Kampfer ohne Unterlage verdampft langsam im Brennpuncte. Zweytens ist die Leichtigkeit, womit das Licht die Körper verbrennt, von welcher es bey seinem Durchgange aufgehalten wird, auffallend. Ein Brennglas, welches innerhalb 6 Secunden das Thermometer von + 5° nur auf + 25° brachte, war doch im Stande während derselben Zeit, eine ansehnliche Stelle in einer Kohle zu Asche zu brennen. Ich fand, daß diese Kohle sich nur auf rothglühendem Eisen entzündete, daß aber Stückchen dieser Kohle ganz unverändert blieben, als sie auf das eben dunkel gewordene Eisen gestreut wurden. Ein Stück Kohle auf die Mündung eines Gefäßes, worin sich Wasserstoffgas aus Zink und Salzsäure entwickelte, so gelegt, daß diese ganz bedeckt wurde, entzündete das Gas nicht, als ich den Brennpunct an den Rand der Kohle fallen und einen Flecken von Asche dadurch entstehen ließ. Doch schwach glimmende Kohlen leisteten dieses ebenfalls nicht.

Licht wirkt also beym Entzünden nicht ganz so als Wärme; feste brennbare Körper werden dadurch nicht allein leichter, sondern auch mehr nach und nach verbrannt, als durch Wärme. Dieses stimmt vortrefflich mit den weiter unten anzuführenden Versuchen überein. Wärme strebt mehr den ganzen Körper in Dämpfe zu verwandeln, Licht hingegen trennt die Bestandtheile, den Wasserstoff vom Kohlenstoff, diesen von der Asche und befördert dadurch die Verbindung mit dem Sauerstoff, oder das Verbrennen. So

wie der im Stickgas aufgelößte und vertheilte Phosphor schon bey einer geringen Temperatur mit wenig Sauerstoffgas langsam verbrennt, hingegen der compacte Phosphor in Sauerstoffgas erst bey einer höhern Temperatur aber dann auf einmal mit viel Hitze sich entzündet, eben so erfodert die Kohle für sich eine Rothglühhitze und verbrennt dann sehr rasch, hingegen mit Hülfe des Lichts verbrennt und verbindet sie sich langsam mit dem Sauerstoffgas.

§. 3.

Verdampfung.

Aus den vorigen Versuchen läßt sich schon schließen, daß das Licht als solches die Verdampfung nicht befördert. Man hat oft die Vermuthung geäußert, als ob dieses wirklich der Fall seyn könne, aber bestimmte Versuche über diesen Gegenstand sind mir nicht bekannt, als die, welche Heller (s. Gilberts Annal. B. 5 S. 210) angestellt hat. Er fand, unter übrigens gleichen Temperaturen, die Verdunstungskälte, und also auch wohl die Verdunstung an einem hellen Tage und am Mittage stärker als bey bedecktem Himmel und des Abends. Abgerechnet, daß diese Versuche zu wenig direct sind, um beweisend zu seyn, kann doch immer die Erwärmung der Unterlage durch das Licht die Ursache jener Erscheinung seyn, und folglich nicht das Licht unmittelbar, sondern die durch das Licht entwickelte Wärme eine Verdampfung hervorgebracht haben. Hier aber kommt es darauf an, ob Licht an und für sich die Verdampfung vermehre.

Ich nahm eine Glasplatte von 4 Quadratfuß, klebte auf die Hinterseite ein viereckiges Stück von schwarzem Atlas von 16 Quadratzoll, ließ die Vorderseite mit Wasserdampf beschlagen, und stellte die Hinterseite gegen die Sonne. Ich bemerkte nie, daß der Dampf an einer oder der andern Stelle früher verschwunden wäre, so daß sich daraus eine Regel hätte ziehen lassen. Immer wurde

die zuerst beschlagene noch früher trocken. Die Glasplatte war dick genug, als daß die Erwärmung durch den schwarzen Atlas eine Compensation der Wirkungen hervorbringen konnte. Um indessen auch diese Schwierigkeit zu heben, nahm ich eine dickere Glasplatte, fast 3 Linien dick, und schneller verdunstende Flüssigkeiten, als Weingeist, reines Ammonium, Pfeffermünzenöl, fand aber keinen Unterschied im Erfolg.

Am bequemsten ist zu diesen Versuchen der Kampferspiritus. Er verdunstet ungemein schnell, und läßt einen weißen Kampferbeschlag zurück, an dem man leicht den Augenblick erkennt, wo die Verdunstung vollendet ist, welches sonst nicht leicht geschieht. Einen Tropfen von diesem Spiritus setzte ich dem Atlas gegenüber, einen andern einige Zolle von jener dunkeln Stelle entfernt, wo das Glas unbedeckt war. Ich wählte ein Zimmer von — 2° oder — 4°, damit nicht zurückprallende Wärme Ungleichheiten hervorbrächte. Diese Versuche in einem hellen Zimmer, so wie in den schwachen Wintersonnenstralen wiederholt, gaben durchaus kein bestimmtes Resultat, und zeigten auf keine Weise eine stärkere Wirkung des Lichts. Starke Sonnenstralen würden hier nichts beweisen, da sie das Glas auch auf der Vorderseite erwärmen, und zwar gerade nicht an den Stellen, wo der Atlas sie abhält, und wo die Erwärmung nur die Hinterseite treffen könnte.

Zwey Gläser, von gleichem Durchmesser und von gleicher Höhe, wurden mit Weingeist gefüllt, das eine aber in eine weitere schwarze Kapsel von Pappe gestellt, das andere frey. Nun brachte ich beide auf einer genauen Wage ins Gleichgewicht. Die Stellen beider Gefäße wurden oft verwechselt, doch zeigte sich auf keine Weise bestimmt eine stärkere Verdampfung in dem freyen, dem Lichte und den Sonnenstralen ausgesetzten Glase, wenn die letztern nicht sehr stark brannten.

Daß sich aber die Dämpfe nicht an die Lichtseite, sondern immer an die kältere Seite setzen, davon kann man sich sehr leicht überzeugen. Man nehme ein inwendig feuchtes Glas und setze dieses verstopft an das Fenster. Ist das Zimmer geheitzt, so wird sich der Dampf immer an

der Lichtseite anlegen; ist es im Sommer, so wird dieses oft auf der entgegengesetzten Seite geschehen. Oft habe ich bemerkt, daß in einer Klocke, die vor einem Fenster in der Sonne stand, am Tage sich die Dämpfe an die vom Fenster abgekehrte, in der Nacht an die dem Fenster zugekehrte Seite anlegten. Am Tage, wo die Sonne schien, war die den Sonnenstralen zugekehrte Seite wärmer, in der Nacht hingegen die gegen das Innere des Zimmers gerichtete.

Dorthes behauptet geradezu, daß sich die Dämpfe nach dem Lichte ziehen (Annales de Chemie T. 2. p. 92). Er stellte seine Versuche mit Kampfer an. Ich umwickelte ein Glas, worin Kampfer lag, hier und da mit schwarzen Streifen von Atlas, und stellte es an das Licht und auch in schwache Sonnenstralen. Der Kampfer legte sich an die Lichtseite an, weil diese die kälteste war, aber an bedeckte Stellen sowohl als an unbedeckte. Zwischen einem Ofen und einer Wand stellte ich ein Glas mit Kampfer so, daß es beide berührte, und von vorn her ein grelles Licht auf dasselbe fiel. Des Morgens legte sich der Kampfer an die Wandseite an, weil diese in der Nacht durchgekältet war; nachher, wenn diese wärmer wurde, an die Lichtseite, und des Abends, wenn nicht geheizt wurde, an die Ofenseite. So änderte der Niederschlag aus den Dämpfen beständig seine Stelle, nach der Verschiedenheit der Temperatur.

Ich bin durch diese oft wiederhohlten Versuche völlig überzeugt worden, daß das Licht, als solches, auf die Verdampfung und das Ansetzen der Dämpfe keinen Einfluß habe.

§. 3.

Krystallisation und Efflorescenz.

Petit, sagt Dorthes a. a. O., bemerkte schon, daß Salpeter und Salmiak bloß an der Lichtseite anschießen *). Auf die Temperatur

*) Auch Vassalli stellte darüber Versuche an (Memoires de l'Acad. de Turin. T. 5 p. 186), aber überall fehlt genaue Rücksicht auf Temperatur.

nahm er dabey keine Rücksicht. Ich benutzte die oben erwähnte Stelle, wo ein Ofen dicht an einer Wand stand, und brachte Gläser voll concentrirter Auflösungen von schwefelsaurem Natrum und salpetersaurem Kali dahinter. Des Morgens setzten sich die Krystalle an die Wandseite, des Mittags an die Lichtseite, des Abends, wenn der Ofen kalt war, an die Ofenseite, kurz immer an die kälteste Seite. Die Täuschungen rühren bloß daher, weil die Lichtseite, oder die dem Fenster zugekehrte Seite, gewöhnlich des Luftzuges wegen die kälteste zu seyn pflegt.

Dasselbe behauptet Dorthes von efflorescirenden Salzen. Man hat es nicht immer in seiner Gewalt, Salze, wenn und wo man will, effloresciren zu lassen. Am bequemsten fand ich zu diesem Zwecke das schwefelsaure Kali mit einem Ueberschusse von Schwefelsäure, dessen sich Lowitz zur Verfertigung des stärksten Essigs bediente. Die Efflorescenz gleicht wahrlich einem organischen Gebilde. Feine, durch das Vergrösserungsglas betrachtete völlig runde, nicht kantige Spießchen schießen aus einander hervor, sind zuerst zart und dünne, scheinen aber nachher sich wirklich zu verdicken, und also gleichsam zu wachsen. Diese Efflorescenzen kann man gewissermaßen als die Uebergänge von dem unorganischen Reiche zum organischen ansehen. Oft habe ich solche Efflorescenzen in einer dunkeln Nacht entstehen sehen, wo kein Licht das Glas, in welchem sich das Salz befand, getroffen hatte. Ich habe dieselben Versuche, wie mit der Krystallisation, gemacht, und nur bemerkt, daß die Efflorescenz sich an die emporragenden Stellen des Bodens und an die Ränder der Gefäße setzt, aber nie daß sie sich nach dem Lichte zöge. Ich muß also schließen, daß Licht auf Krystallisation und Efflorescenz nicht merklich wirke.

§. 4.

Chemische Wirkungen des Lichts.

Unstreitig ist dieser Theil einer der wichtigsten unserer Untersuchung, und erfodert eine Reihe sorgfältiger Versuche. Es ist hier nämlich von den chemischen Verbindungen, welche das Licht eingehen oder veranlassen,

und von den chemiſchen Trennungen, welche es hervorbringen kann, die Rede. Wir wollen ſogleich Rückſicht auf die Reſultate nehmen, und nach dieſen den §. eintheilen. Sie werden uns neue Anſichten von mehr als einer Seite eröffnen.

1) Desoxydationen.

A. Wirkungen auf metalliſche Körper.

Wir ſtellen dieſe voran, weil ſie durch ihre Farbe ſchnell und leicht den Zuſtand ihrer Oxydation zu erkennen geben. Unter dieſen gebührt dem Silber, als dem feinſten Lichtanzeiger, der Vorrang.

a. Wirkung auf Silberverbindungen.

Scheele hat zuerſt durch beſtimmte Verſuche bewieſen, daß Licht, und nicht Wärme, das ſalzſaure Silber ſchwärze (von Luft und Feuer §. 63. b.). Allerdings zeigt es dieſes ſehr auffallend. Man kann es lange rein weiß erhalten, wenn man es ſelbſt in einer Wärme von + 30° und darüber an einem dunkeln Orte *) verwahrt. Aber das bloße Tageslicht vermag bey einer Kälte von — 5° es in einigen Minuten zu färben. Stellt man ein Gefäß mit ſalzſaurem Silber ſo ans Licht, daß nur eine Seite beſchienen werden kann, ſo zeigt die Schattenſeite eine auffallend geringere Färbung. Sogar ein ſchief über die Oberfläche hinfallender, ſcharf abgeſchnittener Schatten wird durch eine geringere Färbung ſcharf bezeichnet **).

Ich ſchloß zuerſt eine Portion rein weißes ſalzſaures Silber in Glasröhren ein, ſchmelzte ſie an beyden Enden zu, wog ſie genau und ſetzte ſie dem Lichte vier Wochen hindurch aus. Es war meiſtens heite-

*) Zu den Verſuchen über die dunkle Wärme iſt ein Backofen oder ein anderer geheizter Ofen, aus welchem alles Feuer genommen iſt, ſehr bequem.

**) Ich finde jezt, daß Beccari lange vor Scheele jene Eigenſchaft des ſalzſauren Silbers kennen lehrte (Commentar. Instit. Bononiens. T. 4 p. 74. 75.).

res Wetter im August, und die Sonne schien täglich beynahe fünf Stunden auf die Röhren. Das salzsaure Silber war durch und durch geschwärzt, aber die Röhren hatten an Gewicht weder ab- noch zugenommen.

Weißes, wohlgetrocknetes, salzsaures Silber wurde frey in die Schale einer scharfziehenden Wage gelegt, und ins Gleichgewicht gebracht. Als die Sonne darauf schien, verlor es allerdings etwas an Gewicht, welches auf die Drachme beynahe einen halben Gran betragen mochte. Aber gegen Abend bemerkte ich, daß die Wage zurück gieng, und der Verlust geringer wurde. Nach einer trüben, neblichten, feuchten Nacht sah ich den Ausschlag an der Seite des salzsauren Silbers; es hatte an Gewicht zugenommen. Gegen Mittag, als die Sonne durchbrach, nahm es wiederum ab, und als die Sonne eine Zeitlang darauf geschienen hatte, war der vorige Verlust wiederum merklich. Kurz, ich überzeugte mich durch fortgesetzte Beobachtungen, daß das salzsaure Silber eine hygrometrische Substanz sey, welche die Feuchtigkeit leicht anziehe und verliere. Ich fand, daß eine beträchtliche Färbung des salzsauren Silbers vorgehen komte, ohne daß die Wage den mindesten Ausschlag gab.

Zu einer Unze concentrirter Silberauflösung in Salpetersäure, tröpfelte ich so lange Salzsäure, bis nichts mehr niederfiel. Ich goß auf den Bodensatz wiederhohlt reines Wasser, um ihn auszuspülen, dann ließ ich eine Unze Wasser darüber, und setzte das Gefäß in eine Wagschale. In die andere Schale stellte ich ein gleiches Gefäß mit einer Unze Wasser, um die Ausdünstung so viel als möglich gleich zu machen, und brachte nun alles ins Gleichgewicht. Das salzsaure Silber färbte sich bald, aber ich bemerkte bey fortgesetzten Beobachtungen nicht, daß es zu- oder abnahm*).

*) Man bemerkt, daß Luftblasen aus dem salzsauren Silber hervordringen, aber die Anzahl steht mit der Färbung in keinem Verhältnisse, und oft fehlen sie ganz.

Man ſollte vermuthen, die Schwärzung des ſalzſauren Silbers ſey eine Reduction, oder, nach der antiphlogiſtiſchen Theorie, es entferne ſich der Sauerſtoff aus demſelben. Aber dieſen oft wiederhohlten Verſuchen zufolge entweicht kein Sauerſtoffgas; es müßte denn ſo wenig ſeyn, daß die Wagen es nicht angeben. Es ſcheint mir indeſſen ſehr unwahrſcheinlich, daß eine ſo geringe Menge Sauerſtoff, als hier nur entweichen kann, die Färbung einer beträchtlichen Menge ſalzſauren Silbers (ich habe oben eine Unze auf einmal in die Wagſchale gebracht) zur Folge haben könne. Auch iſt folgender Verſuch dagegen. Ich übergoß eine Drachme rein weißes ſalzſaures Silber mit drey Unzen oxydirter [dephlogiſtirter] *) Salzſäure, und ſtellte es in die Sonnenſtralen. Es färbte ſich ſehr bald, beynahe ſo ſchnell als unter reinem Waſſer. Hier konnte doch jeder Verluſt an Sauerſtoff ſogleich aus der oxydirten Säure wiederum erſetzt werden, zumal da in andern Fällen dieſe Säure das gefärbte ſalzſaure Silber zu entfärben vermag. Man kann alſo wirklich keine Entfernung des Sauerſtoffs als Urſache der Färbung annehmen.

Die Freunde des Phlogiſtons werden hier an Gren's Hypotheſe denken, nach welcher Licht aus Wärmeſtoff und Phlogiſton beſteht. Das Phlogiſton, werden ſie ſagen, wurde vom Lichte geſchieden, verband ſich mit dem ſalzſauren Silber, färbte es, und ließ ſich durch oxydirte Salzſäure nicht trennen, weil es eine nähere Verwandſchaft mit dem ſalzſauren Silber hat, als mit der oxydirten Salzſäure. Weil es ferner ein unbedeutendes Gewicht beſitzt, ſo vermehrt es auch das Gewicht des ſalzſauren Silbers nicht. Ich will dagegen nicht erinnern, daß oxydirte Salzſäure das ſalzſaure Silber wiederum entfärbt, denn dieſes geſchieht in der Wärme, und wir kennen die Geſetze der Verwandſchaften zu wenig, um uns auf ſie berufen zu dürfen; aber alle Verſuche, welche wir in der Folge anführen werden, wo umgekehrt Licht gleichſam als ein oxydirendes Mittel wirkt, laſſen ſich aus dieſer höchſt mangelhaf-

*) Ich wähle den kürzern Ausdruck oxydirt, ſtatt oxygeneſirt, da dieſe Säure weniger ſauer iſt, alſo die Eigenſchaften eines Oxyds hat.

ten, durch keinen directen Versuch bewiesenen Hypotheſe nicht herleiten. Müßte auch nicht ſchwarzes Braunſteinoxyd, worin die Sonne täglich Wärme erzeugt, und zwar in eben dem Grade, wie in Kohlen, da, nach meinen Verſuchen, daſſelbe unter Weingeiſt dieſen im Brennpuncte einer Glaslinſe eben ſo ſchnell kochen macht, als eine Kohle; müßte nicht, ſage ich, dieſes Oxyd durch das Licht bald phlogiſtiſirt werden? Und doch bemerken wir davon nicht die geringſte Spur.

Nach einem Verſuche von Scheele (a. a. O.) könnte man glauben, die Färbung geſchehe, indem ein Theil der Salzſäure vom Silber getrennt werde. Er ſchüttelte Waſſer mit ſalzſaurem Silber einige Wochen hindurch oft am Lichte, und bemerkte, daß es nun ſalpeterſaures Silber niederſchlug, welches nicht der Fall war, wenn es über demſelben im Dunkeln geſchüttelt wurde. Dagegen iſt folgender Verſuch. Ich tropfte einen Tropfen ſalpeterſaures Silber in Salzſäure und ſetzte es dem Lichte aus. Nach kurzer Zeit war der geringe, von Salzſäure ganz bedeckte Niederſchlag ganz gefärbt. Wenn alſo die Entfernung der Salzſäure das ſalzſaure Silber gefärbt hätte, ſo wäre doch in dieſem Falle die Salzſäure gleich erſetzt worden, und der Niederſchlag hätte farbenlos bleiben müſſen. Doch jene Vermuthung fällt ſogleich weg, wenn man erwägt, daß reines Silberoxyd ebenfalls am Lichte gefärbt wird.

Ohne Zweifel gehört die Färbung des ſalzſauren Silbers zu jener Klaſſe von Proceſſen, welche wir Desoxydationen zu nennen pflegen. Denn ſie betrifft alle weiße Silberverbindungen, kann alſo nicht in den mit dem Silber verbundenen Stoffen, ſondern muß in dem Silber, und da dieſes allein ſolche Erſcheinungen nicht zeigt, in der Oxydation deſſelben ſeinen Grund haben. Sie iſt aber eine Desoxydation des Silberoxyds, wie folgender Verſuch beweißt. Ich übergoß eine Drachme am Lichte ſchwarz gewordenes ſalzſaures Silber mit drey Unzen oxydirter Salzſäure, und digerirte es in einer dunkeln Wärme. Bald wurde die Farbe heller und zog mehr ins Röthliche, dann verwandelte ſie ſich in Grau, und bey fortgeſetztem Digeriren und Zuſchütten friſcher Säure näherte ſie ſich immer mehr dem Weißen. Ich habe dieſen Verſuch mit

reinem geschwärzten Silberoxyd, und ebenfalls geschwärztem kohlensauren Silber angestellt, und denselben Erfolg gesehen. Wie ist aber eine solche Desoxydation möglich, wenn kein Sauerstoff entweicht?

Wir müssen dieser und anderer Erscheinungen wegen annehmen, daß die Verschiedenheit in den Eigenschaften derselben nicht allein auf den Bestandtheilen derselben und ihrem quantitativen Verhältnisse, sondern auch auf ihrer mehr oder weniger engern Verbindung beruhe. Der Mechanismus der chemischen Verbindung ist uns viel zu wenig bekannt, um Unterschiede dieser Art läugnen zu wollen. Die große Verschiedenheit der Mineralkörper bey einer geringen Differenz der Bestandtheile und ihrer Verhältnisse scheint dieses zu beweisen. Ich will ein Beyspiel anführen, welches sich schwerlich auf eine andere Art erklären läßt. Der Arragonit (excentrische Kalkstein) unterscheidet sich vom blättrigen Kalkstein durch Härte, specifisches Gewicht und Grundgestalt der Krystallisation, ungeachtet seine Bestandtheile und sogar ihr Verhältniß völlig einerley sind, wie Fourcroy's und Vauquelin's in dieser Rücksicht absichtlich angestellte Versuche lehren (s. Annal. du Museum T. 4 p. 405). Nur löst sich der Arragonit langsamer und mit geringerm Brausen in Säuren auf; ein Zeichen einer innigern Verbindung der Kohlensäure mit der Kalkerde. Auf eben diese Art scheint mir das gefärbte salzsaure Silber von dem ungefärbten nicht in dem Verhältnisse des Sauerstoffs, sondern allein darin verschieden, daß jenes den Sauerstoff in einer lockern, weniger innigen Verbindung enthält, als dieses. Das Licht wirkt in diesem Falle als das große Trennungsmittel in der Natur, wie wir es in der Folge noch mehr werden kennen lernen, es entfernt die Bestandtheile von einander, besonders aber sucht es den Sauerstoff zu trennen, und bringt dadurch eine weniger innige Verbindung desselben hervor. Nur durch anhaltendes Digeriren in der vielen Sauerstoff haltenden oxydirten Salzsäure nehmen die Bestandtheile ihre vorige innige Verbindung wiederum an.

Ein Umstand ist hiebey noch merkwürdig. Ganz trockenes salzsaures Silber wird später am Lichte gefärbt als feuchtes; eine Bemer-

kung, welche schon Scheele machte. Mir schien dieses im Anfange daher zu rühren, weil jenes compacter ist, also dem Lichte weniger Fläche darbietet. Um diese Vermuthung zu prüfen, übergoß ich weißes salzsaures Silber mit der stärksten Schwefelsäure, wobey sich einige Dämpfe entwickelten, vielleicht von anhängender Salzsäure, der größte Theil aber unangegriffen blieb. Ich setzte dieses dem Tageslichte aus, an einem Tage, wo die Sonne nicht schien, und bemerkte nicht die geringste Färbung, ungeachtet salzsaures Silber unter Wasser merklich gefärbt wurde. Ich übergoß ebenfalls weißes salzsaures Silber mit höchst rectificirtem Weingeist, und bemerkte erst nach mehreren Stunden eine geringe Färbung, nachdem dieselbe Substanz unter Wasser schon längst gefärbt war. Sogar das äußerst empfindliche kohlensaure Silber wurde unter Alkohol später gefärbt. Also wirkt Wasser nicht bloß als Verdünnungsmittel, sondern chemisch.

In einem sinnreichen Buche: A new Essay on combustion, by Mss Fulhame, Lond. 1794. übers. von Lentin, Götting. 1798, behauptet die Verfasserinn, Wasser sey zur Reduction der Metalle nothwendig, und wenn Licht die Metalle reducire, zersetze es erst das Wasser, befreye den Wasserstoff, und dieses ziehe dann den Sauerstoff aus dem Oxyd an. Diese Erklärung ist etwas sonderbar, denn man sieht nicht ein, warum das Licht den Sauerstoff aus dem Wasser, und nicht geradezu aus dem Oxyd anziehe. In dem vorliegenden Falle kann man fragen, wo der mit Licht verbundene Sauerstoff bleibe, und wenn man antwortet, er entweiche, so läßt sich nicht erklären, warum das Gewicht des Ganzen bey der Färbung nicht abnehme, wie wir oben gesehen haben.

Keine Substanz ist aber fähiger, eine Trennung der Bestandtheile in den Oxyden zu befördern, als Wasser. Sie hat gleichsam zwey Seiten, da sie aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht. Von der einen wirkt sie auf das Metall selbst, von der andern auf den Sauerstoff des Oxyds, und befördert so die Wirkung des Lichts. Eine Erklärungsart, welche fruchtbar an Folgen ist. So wird durch die Verbindung mit Säuren

auch die Vereinigung der Bestandtheile des Wassers weniger innig, und das hinzugesetzte Metall vermag nun sie zu trennen, wie die Entwickelung des Wasserstoffgases aus Eisen u. dgl. durch verdünnte Schwefelsäure zeigt; eine Erscheinung, welche vormahls Lavoisier und jüngst Fourcroy nur mit Mühe und gewaltsam zu erklären vermochten.

Kochen des weißen salzsauren Silbers mit Wasser, Weingeist und Oelen brachte keine Färbung hervor; für sich wirken also die brennbare Stoffe, und alle überhaupt ohne Licht nicht.

Dunkle Hitze bringt indessen auf das weiße salzsaure Silber eine analoge Wirkung hervor, als Licht. Man mache eine irdene Platte rothglühend, lasse sie an einem sehr dunkeln Orte so weit erkalten, daß man nicht das geringste Licht mehr gewahr wird, und streue dann weißes trockenes salzsaures Silber auf. Es verändert bald seine Farbe in eine schmutzig bräunlich schwarze Farbe, welche sehr der Farbe gleicht, die es sonst im gelben und rothen Strale zu erhalten pflegt. Vassalli, der ähnliche Versuche anstellte, wandte keine gar zu stark Hitze an (Memoires de l'Academie de Turin T. 5 p 186).

Uebrigens gehört salzsaures Silber nicht zu den empfindlichsten Photoskopen oder Lichtanzeigern. In einem durch mehrere Kerzen erleuchteten Zimmer bleibt es weiß, auch in der Nähe einer stark lodernden Flamme *). Das Mondenlicht wirkt gar nicht darauf.

Sehr merkwürdig ist das Verhalten des kohlensauren Silbers. Man bereitet es aus der Auflösung des Silbers in Salpetersäure durch Fällung mit kohlensaurem Kali **). Wenn das Silber sehr rein war, und die salpetersaure Auflösung eine

*) Vassalli will indessen eine Wirkung des Kerzenlichts darauf bemerkt haben, welches mir nicht gelungen ist. A. a. O.

**) Ich bediente mich dazu des sogenannten sal tartari, welches freylich nicht ganz mit Kohlensäure gesättigt ist.

Zeitlang an der Luft gestanden hatte, so ist das kohlensaure äußerst empfindlich, ja beträchtlich empfindlicher als salzsaures Silber. Es kommt in dieser Rücksicht überhaupt mit dem salzsauren Silber sehr überein. Aber zugleich wird es auch von der Wärme geschwärzt. Ich bemerkte an einem Abend in einem mäßig erleuchteten Zimmer diese Färbung, wo ich sie dem Lichte zuschrieb. Als ich das Glas, worin die Mischung eben gemacht war, schnell unter einen hessischen Tiegel, und diesen in einen dunkeln Winkel des Zimmers stellte, fand ich die Färbung eben so stark. Ich machte darauf die Mischung in einem dunkeln Zimmer, in einem geheizten Ofen, woraus alles Feuer sorgfältig entfernt war, und wo ich selbst nichts sehen konnte. Nach einigen (etwa fünf) Minuten fand ich den Bodensatz in dem daselbst niedergesetzten Gefäße geschwärzt. In einem kalten Zimmer von + 5°, in einem nicht geheizten Ofen war die Färbung nicht geringe. Schnell erfolgte sie, wenn ich das Gefäß, worin die Mischung gemacht war, in einem dunkeln Ofen mit heißer Asche umgab. Ich stellte ein anderes Mal das Gefäß in die Oeffnung eines geheizten Ofens, wo aber die Kohlen mit Asche bedeckt waren, so daß es von vorn von einem grellen Lichte getroffen wurde, und bemerkte nun, daß gerade der gegen das Innere des heißen Ofens zugekehrte Theil vorzüglich sich schwärzte. Um aber zu prüfen, ob Licht oder Wärme mehr wirke, setzte ich ein Gefäß den Sonnenstralen aus, welche ein daneben stehendes Thermometer auf + 20° trieben; ein anderes in einen dunkeln Ofen, worin das Thermometer auf + 22° stand, und sah, daß in den Sonnenstralen die Färbung merklich früher vor sich gieng. Ist das Silber mit Kupfer verunreinigt, so zeigen sich zwar dieselben Erfolge, aber viel später. Auch habe ich bemerkt, daß frisch gemachte Auflösungen ein weniger empfindliches kohlensaures Silber liefern.

Die Schwärzung in der Wärme ist am stärksten, indem alle Flüssigkeit verdampft. Feuchtigkeit verhindert also die Färbung, und

dieſes iſt nicht ſonderbar, da, wie wir wiſſen, Wärme vorzüglich auf die Flüſſigkeiten, um ſie zu verdampfen, wirkt. Aber unter Waſſer und waſſerfreyem Weingeiſt geſchieht doch dieſe Färbung in der Wärme, nur iſt ſie nicht ſo ſchnell und ſo ſtark hervorgebracht. Ganz getrocknetes kohlenſaures Silber — ich habe wegen der großen Empfindlichkeit nur mit Kupfer verunreinigtes aus friſchen Auflöſungen nehmen müſſen — wird doch auch in der Wärme langſamer gefärbt, als feuchtes.

So haben wir alſo ein Product, welches von Licht und von Wärme gefärbt wird. Beide wirken hier gleich desoxydirend. Denn als ich das in der Wärme, ſowohl als im Lichte, geſchwärzte kohlenſaure Silber mit oxydirter Salzſäure übergoß, und im Dunkeln digerirte, wurde es ſchnell entfärbt, noch ſchneller als ſalzſaures Silber. Alle Theorien, nach welchen Licht aus Wärmeſtoff und einem andern Körper, oder Wärme aus Lichtſtoff und einem andern Körper entſtehen ſoll, ſtimmen mit dieſen Verſuchen nicht überein.

Das phosphorſaure Silber, aus ſalpeterſaurem Silber durch Phosphorſäure, welche vermittelſt des Verbrennens aus Phosphor bereitet war, niedergeſchlagen, verhielt ſich wie kohlenſaures Silber, und ſchwärzte ſich in der Wärme und im Licht.

Schwefelſaures Silber, aus ſalpeterſaurem Silber durch Schwefelſäure niedergeſchlagen, verhält ſich wie ſalzſaures Silber. Nur iſt es viel weniger für Licht empfindlich als dieſes, nimmt aber zuletzt eine beynahe dunkler ſchwarze Farbe an.

Silberauflöſung in Salpeterſäure wird, wenn ſie auf Glas in den Sonnenſtralen, ſelbſt bey einer geringen Temperatur verdampft, ſchwarz. Eben dieſes geſchieht aber auch in einer dunkeln, aber größern Wärme. Ein weißes ſeidenes Band in dieſe Auflöſung getaucht, wurde bey einer Temperatur von + 30° in einer dunkeln Wärme gelb, bey einer Temperatur von + 5° in den Sonnenſtralen getrocknet, bräunlich ſchwarz. Die Wirkung auf

das Papier ist bekannt. Wedgwood empfiehlt sie daher zum Copiren der Gemählde. (Gilberts Annalen der Physik B. 13 S. 113). Feuchtigkeit trägt auch hier viel zur Färbung bey; immer werden die Ränder des Papiers, wohin sich die dünnere Auflösung zog, vorzüglich gefärbt. Auch die menschliche Haut wird im Dunkeln sowohl als im Lichte durch diese Auflösung gefärbt, aber bey ziemlich gleichen Temperaturen, dort früher.

Reine Silberoxyde, durch Kalkwasser oder durch reine Kalien aus der Auflösung in Salpetersäure gefällt, sind sehr empfindlich für das Licht, und werden dadurch sehr bald geschwärzt. Eben dieses ist auch der Fall mit der Wärme, so daß sie sich von dem kohlensauren Silber nicht sehr unterscheiden. Doch ist es schwer, sie genau zu beobachten, da sie schon für sich braun sind.

b. Wirkung auf Gold- und Quecksilberverbindungen.

Diese beiden Metalle, da sie für sich reducirbar sind, müssen hier zusammengestellt werden.

Ueber die Goldauflösung in Salpetersalzsäure haben Madame Fulhame (Essay on combustion p. 124), Graf von Rumford (Scherers-Journal der Chemie B. 2 S. 3) und Juch (daselbst B. 3 S. 399) mannigfaltige Versuche angestellt. Von der Theorie der erstern ist schon oben geredet worden. Die beiden letztern suchen zu zeigen, daß Licht wie Wärme wirke. Ich finde ebenfalls in der Reduction durch Kohle, Aether und Terpentinöl keinen Unterschied, sie mag im Lichte oder im Dunkeln angestellt werden. Daß Feuchtigkeit sie befördere, ist wohl kein Zweifel. Reductionen des Goldes (und so auch des Silbers) auf bloßem Glase habe ich sowohl in der Sonne als im Dunkeln gesehen, aber die Umstände, worauf sie beruhen, lassen sich schwer bestimmt angeben; auch kommt es bey der jetzigen Untersuchung nicht darauf an. Die Purpur-

farbe des Goldoxydes ist das Zeichen von einer anfangenden Desoxydation, und mit der bräunlich schwarzen des Silberoxyds zu vergleichen. Ein weißes seidenes Band in Goldauflösung getaucht, wurde, wie das in Silberauflösung getauchte, bey einer Temperatur von + 5° in den Sonnenstralen an den Rändern purpurfarben, in einem dunkeln Raume von + 30° gelb. Es zeigt sich diese Purpurfarbe auf dem Papier vorzüglich an den Rändern, wohin die verdünnte Auflösung dringen konnte. Auch hier scheint also die Feuchtigkeit mitzuwirken. Doch die Resultate sind hier nicht so rein, als oben bey den Silberverbindungen.

Ich hatte schon oft bemerkt, daß rothes Queckſilberoxyd (Mercurius praecipitatus ruber) auch in einem nicht warmen oder geheizten Zimmer, wo doch aber die Sonne oft schien, die Farbe verlor und schwärzlich schien. In einem Kasten verschlossen, behielt es in einem warmen Zimmer die Farbe viel länger. An einem heitern Tage ließ ich den Brennpunct einer Glaslinse von 3 Zoll Oeffnung und einen Fuß Brennweite auf einige Gran rothes Queckſilberoxyd fallen, und bemerkte, daß die Farbe sogleich schwärzlich wurde, auch etwas verdampfte. Nach einer Secunde fing oft die Entfärbung schon an. Die Temperatur war + 5° und ein Thermometer, auf dessen Kugel der Brennpunct fiel, wurde innerhalb 6 Secunden noch nicht auf + 25° getrieben. Nun streute ich auf eine erhitzte gläserne Platte, welche das Thermometer an die Kugel gehalten, in derselben Zeit höher und bis auf 30° trieb, im Dunkeln rothes Queckſilberoxyd, bemerkte aber keine Entfärbung. Erst in einer viel stärkern Hitze kann auch in einem Ofen das Oxyd zu jenem Grade von Desoxydation gebracht werden. Daß nämlich hier eine Desoxydation sey, wird niemand zweifeln. Aehnliche Versuche habe ich mit dem Mercurius praecipitatus per se angestellt. Eine Beobachtung, nach welcher Licht das rothe Queckſilberoxyd sogar zu Metall reduciren konnte, hat Lerour angestellt (s.

Journal. de la Societé d. Pharmac. d. Par. Ann. 3 n. 5 p. 433. Trommsdorf Journ. d. Pharm. B. 9 St. 1 S. 164).

Vermittelst des mineralischen Turbiths hat Bonvoisin (Memoir. de l'Academ. de Turin T. 5 p. 297) das Licht zu wiegen gesucht, Humboldt aber (Versuche über die Zerlegung des Luftkreises S. 234) seine Versuche falsch befunden. Ich schloß ebenfalls diese Substanz, so wie salzsaures Silber, in Röhren ein, und bemerkte, da ich den Versuch zu gleicher Zeit anstellte, nicht die geringste Zunahme oder Abnahme des Gewichts. Frey in einer Wagschale ins Gleichgewicht gebracht, ist der mineralische Turbith eine hygrometrische Substanz, wie das salzsaure Silber. Es ist bekannt, daß die dunklere Orangefarbe in dunkler Hitze ebensowohl Statt findet, als am Lichte; ich habe sie in einem verdeckten Tiegel, um den heiße Asche gehäuft wurde, entstehen gesehen. Beym Erkalten verwandelt sich die rothe Farbe wiederum in die gelbe. Versuche mit dem Brennglase zeigten zwar, daß Turbith ungemein schnell verdampfe, aber aus dem gelben Zustande gieng es so schnell in den reducirten dampfförmigen über, daß kein Mittelzustand merklich war. Auch habe ich nicht den geringsten Unterschied in der Färbung des Turbiths am Lichte, oder in demselben Grade der dunkeln Wärme bemerken können. Ich warf schwefelsaures Queckſilber zugleich in kaltes Wasser, was an einem dunkeln Orte, und in anderes, was in den Sonnenstralen stand, aber in beiden wurde es gleich schnell gelb. Auch wurde das Turbith, in einer sehr hellen, aber kalten Kammer aufbewahrt, nicht merklich dunkler an Farbe, wo doch rothes Queckſilberoxyd die schöne Farbe verloren hatte. Bonvoisin wählte also ein sehr unbequemes Mittel, das Licht zu wägen.

Roth ist nicht der Zustand des vollkommensten Queckſilberoxyds, wie man gewöhnlich glaubt, sondern gelb. Wenn man Turbith von Schwefelsäure nach Göttlings Weise (Almanach für Scheidekünstler J. 1803 S. 115) befreyt, das gelbe Pulver bis zum Rothwerden erhitzt und in oxydirte Salzsäure schüttet, so wird es

eben so gelb, als in Wasser und Weingeist geschüttet. Oder wenn man auch dagegen etwas einwenden wollte, so darf man nur gelbes Turbith erhitzen, um zu sehen, wie nach und nach die gelbe Farbe in die orange, rothe, braune und schwärzliche übergeht, bis das Queckſilber sich reducirt. Göttling bemerkt nicht, daß beym Erhitzen Sauerstoffgas entwickelt wurde; auch Fourcroy kennt nur zwey Stufen der Oxydation des Queckſilbers, bey der schwarzen und rothen Farbe. Dieses bestätigt unsere obige Behauptung, daß die engere und lockere Verbindung die Eigenschaften ändern könne. Gelb ist ohne Zweifel der Zustand der innigen Verbindung des Sauerstoffs mit dem Queckſilber, Roth hingegen zeigt eine weniger innige Verbindung an, worauf die Entweichung des Sauerstoffs folgt.

Fourcroy hat bemerkt (Annal. d. Chem. T. X p. 293 sqq.), daß der Niederschlag aus neutralem schwefelsaurem Queckſilber durch reines Ammonium in den Sonnenstralen reducirt wird. Nach meinen Versuchen scheint diese Reduction eben sowohl in der dunklen Wärme möglich. Oft ist sie mir aber nicht gelungen, und vielleicht trägt die Feuchtigkeit dazu bey.

Salpetersaures Queckſilber in der Kälte bereitet, beschlägt in eine dunkle Wärme gebracht, bald mit einem schmutzig weißen Pulver, welches nach und nach grau wird, und sich zuweilen endlich reducirt. Das Licht scheint bey derselben Temperatur nicht merklich stärker darauf zu wirken *). In einer höhern Temperatur entsteht eine Zersetzung der Salpetersäure und gelbes Queckſilberoxyd, welches in größerer Hitze roth wird und die gewöhnlichen Veränderungen eingeht. Auch hier schien das Brennglas nicht anders zu wirken, als dunkle Hitze.

*) Auf eine ähnliche Art verhält sich das milde salzsaure Queckſilber, doch geschehen diese Veränderungen nicht so schnell, so wie dieses auch der Fall mit dem Zinnober ist.

Boullay (Annal. d. Chem. T. 44 p. 177) hat bemerkt, daß Licht Sauerstoff aus dem oxydirtsalzsauren Queckſilber (Mercurius sublimatus corrosivus) entwickle, wodurch mildes ſalzſaures Queckſilber entſtand. Im Dunklen geſchah dieſes nicht. Aber Boullay ſagt nicht, ob die Temperatur an dem dunkeln Orte eben ſo hoch geweſen ſey, als in den Sonnenſtralen. Uebrigens ſind ſeine Verſuche im Ganzen richtig. Doch habe ich gefunden, daß Sublimat von polirter Oberfläche ebenfalls nach und nach im Dunkeln in einer Wärme von + 12° — + 18° mit einem Pulver beſchlug, welches mildes ſalzſaures Queckſilber war.

Der Niederſchlag aus dem Sublimat durch reines Kali hat eine Farbe, welche im Anfange gelblich roth und ſehr hell iſt. Nicht in der Luft, wie Trommsdorf und andere ſagen, ſondern in der Wärme wird die Farbe dunkler, auch im Lichte.

Im Ganzen ſcheint alſo die Wärme auf das Queckſilberoxyd zu wirken wie das Licht, und dieſes nur in einigen Fällen kräftiger; beide aber desoxydiren daſſelbe.

c. Wirkungen auf andere Metalle.

Die Wirkung des Lichts auf die übrigen Metalle iſt meiſtens negativ, da dieſe Metalle den Sauerſtoff leicht aufnehmen, aber nicht leicht wiederum fahren laſſen. Wir wollen einige in dieſer Rückſicht unterſuchen.

Schwefelſaures Kupfer in Kryſtallen von polirter Oberfläche dem Licht, beſonders den Sonnenſtralen, und zugleich einer wenig höhern Temperatur im Dunkeln ausgeſetzt, zeigte keine Verſchiedenheiten; eines wurde ſo ſchnell als das andere mit Pulver beſchlagen. Eben ſo ließ die Auflöſung im Waſſer in einem ganz angefüllten genau verſtopften Gefäße den Sonnenſtralen ausgeſetzt, keinen Niederſchlag fallen.

Kupfer mit Ammonium übergoſſen und in einem ganz angefüllten, wohl verſtopften Gefäß den Sonnenſtralen ausgeſetzt, wird

nicht aufgelöst. Auch die blaue Auflösung des Kupferoxyds in Ammonium, dem Lichte ausgestellt, wurde nach langer Zeit nicht verändert.

Reine polirte Krystallen von schwefelsaurem Eisen in die Sonnenstralen, und in eine fast gleiche dunkle Wärme gebracht, beschlugen beynahe zu gleicher Zeit. Die Auflösung in gekochtem Wasser in einem völlig gefüllten wohlverstopften Gefäße ließ in den Sonnenstralen keinen Bodensatz fallen.

Ich goß diese Auflösung in ein Glas, tröpfelte kohlensaures Kali hinzu, verstopfte das Glas äußerst schnell und so genau, daß keine Luftblase darin blieb. Die Auflösung hatte vorher schon lange an der Luft gestanden, war also beträchtlich oxydirt. Nach einer Minute war der anfänglich weiße Niederschlag grün, nach einigen Minuten auf der Oberfläche gelb geworden. In dunkler Wärme erfolgte dieses eben so. Frische Auflösung, auf ähnliche Art behandelt, gab sowohl im Lichte als im Dunkeln nur einen grünlich weißen, nicht gelben Niederschlag. Mit oxydirter Salzsäure gemengte Auflösung gab auf alle Fälle bald einen gelben Bodensatz. Also befördert das Licht die Verbindung des Oxyds mit dem Sauerstoff, wodurch die grüne und gelbe Farbe entsteht, durchaus nicht. Uebrigens geschieht die Oxydation des Eisens unter sonderbaren Umständen; so wird z. B. schwefelsaures Eisen in einer Wärme von 4° weiß, in einer größern Hitze gelb, aber in einer Wärme von 10° — 20° an der Luft sogleich gelb. Wahrscheinlich trägt die Feuchtigkeit zu diesen Erfolgen bey; das Licht äußert hier keine Wirkungen.

Bekannt ist die Erscheinung, daß Bestuschew's Nerventinctur im Licht hellweiß, im Dunkeln oder im Schatten gelblich wird; ja sogar das zu Boden gefallene Eisenoxyd löst sich durch Ausstellung in die Sonnenstralen wiederum auf. Trommsdorf (Handb. der Chemie §. 3259) hat schon richtig vermuthet, daß hier das Licht desoxydirend wirke. Aether sowohl als Weingeist äußern eine be-

trächtliche Anziehung zu dem weißen Eisenoxyde, nicht aber zu dem gelben. Die gelbe Farbe der Tinctur ist eigentlich schon ein Anfang der Niederschlagung. Krüger bemerkte eine Wirkung des Aethers und Weingeists auf das weiße Oxyd (Trommsdorf Journ. der Pharmacie B. 9 St. 1 S. 60). Ich goß auf eine Drachme concentrirter frischer Auflösung von grünem schwefelsauren Eisen zwey Unzen wasserfreyen Weingeist, tröpfelte dann einige Tropfen kohlensaures Kali hinzu, und schüttelte alles oft durch. Es entstand ein weißer Niederschlag, welcher am Lichte weiß blieb. Der Weingeist hatte etwas davon aufgenommen, denn er färbte sich mit blausaurem Kali grün, aber mit salzsaurem Baryt gab er keinen Niederschlag. Die Bemerkung, daß in der Bestuschewschen Tinctur kein oxydirtes Eisen bey völlig wasserfreyem Weingeist sich absetze (Scherers Journal der Chemie B. 10 S. 231), ändert in der Hauptsache nichts und zeigt nur den großen Einfluß der wäßrigen Feuchtigkeit auf die Oxydation, welchen wir schon erkannt haben.

Die eisenhaltigen Salmiakblumen, nach der Vorschrift der preußischen Pharmacopoe bereitet, bleiben am Lichte länger lichtgelb als im Dunkeln. Aber es ist nicht Mangel an Licht, welcher sie färbt, sondern Feuchtigkeit. Ich setzte eine Drachme lichtgelber Salmiakblumen in einem erwärmten wohl verstopften Gefäße dem Lichte aus, eine andere stellte ich auf ähnliche Art in die Dunkelheit, wo die Temperatur etwas höher war, eine dritte legte ich frey ans Licht in ein feuchtes Zimmer, und eine vierte brachte ich bloß in Papier gewickelt in einem und demselben Zimmer in die Dunkelheit, so daß ich mehrere Tiegel darüber deckte. Nach 48 Stunden waren die beiden ersten wenig verändert, die dritte etwas dunkler gefärbt, die vierte endlich gar sehr dunkel geworden. Ohne Zweifel ist Kasteleyn hiedurch getäuscht zu einer falschen Behauptung verleitet worden (s. Scherers Journal B. 4 S. 549). Denn ohne Zutritt der Luft wird die Farbe keineswegs im Lichte dunkler. Ich setzte wiederum eine Drachme einer

dunklen Hitze von + 25° und darüber aus, bemerkte aber keine Färbung. Waren die Salmiakblumen vorher im Dunkeln bey + 10° gefärbt worden, so verloren sie durch diese Hitze die Farbe nicht, wohl aber wurde die Farbe nach und nach heller, wenn sie ans Licht in verschlossenen Gefäßen bey einer Temperatur von + 15° gelegt wurden. Die Oxydation oder Färbung wird also hier durch wäßrige Feuchtigkeit befördert; Licht verhindert dieses uud desoxydirt viel kräftiger als Wärme. Daß aber in höhern Temperaturen Wärme ebenfalls desoxydirt, beweiset die Bereitung des Eisenmohrs.

Daß Salmiakblumen und Bestuchewsche Tinctur solche Veränderungen leicht zeigen, rührt wahrscheinlich daher, weil Weingeist und Salmiak die Feuchtigkeit stark an sich ziehen, und dessen Wirkung auf das Oxyd mindern. Indessen habe ich bemerkt, daß weißgebranntes schwefelsaures Eisen auch später im Lichte, schneller in feuchter Luft gelb wird.

Alle Mineralien, welche durch Eisenoxyde, auch durch Kupferoxyde gefärbt sind, schienen mir am Lichte blasser zu werden, so auch der Schwefelarsenik (s. le Sage Scherers Journ. B. 10 S. 115), die Mennige u. a. m. Hingegen werden weißes Zinkoxyd, weißes Spießglanzoxyd, weißes salpetersaures Wismuthoxyd (s. Trommsdorff Handb. der Chemie §. 2924), der Goldschwefel des Spießglanzes, am Lichte dunkler, schmutzig gelb oder schmutzig braun. Doch erfodern diese Versuche zu lange Zeit, als daß man alle Umstände dabey gehörig in der Gewalt haben könnte.

d. Wirkungen auf andere Körper.

Unstreitig ist unter diesen Desoxydationen die merkwürdigste, welche die oxydirte Salzsäure in den Sonnenstralen erleidet. Bertholet hat sie, soviel ich weiß, zuerst bemerkt (Journ. de Physiq. T. 29 p. 82) und sie ist von vielen bestätigt worden. Es entwickelt sich aus ihr Sauerstoffgas, und sie selbst wird in gemeine

Salzsäure verwandelt. Eine Unze dieser Säure, welche eine Unze starker Lakmustinktur entfärbte, in einem geräumigen wohlverschlossenen Gefäße Sonnenstralen, welche ein daneben stehendes Thermometer auf + 15° brachten, ausgesetzt, hatte sich in 5 Stunden so verändert, daß sie jene Tinktur nur röthete, nicht mehr ihren eigenthümlichen Geruch zeigte, und die über ihr befindliche Luft sehr verbesserte. Eine Unze derselben Säure auf eine ähnliche Art in die Dunkelheit bey + 15° gestellt, zeigte nach derselben Zeit nur eine geringe Aenderung *).

Zwey Unzen dieser Säure brachte ich in ein geräumiges starkes, luftdicht verkittetes Glas, und stellte es in eine anhaltende dunkle Wärme von + 35° und darüber. Nach 48 Stunden öffnete ich das Glas. Die Säure hatte den eigenthümlichen Geruch fast ganz verloren; ein Span glimmte in der über ihr befindlichen Luft viel heller, und die Säure entfärbte Lakmustinctur nicht mehr, sondern gab ihr eine schöne rothe Farbe. Also wirkt auch hier Hitze wie Licht.

Hieher gehören auch Priestley's Versuche über die Färbung der reinen weißen Salpetersäure durch Licht sowohl als durch Wärme (Philos. Transact. f. 1789 P. 2 p. 139. Gren's Journ. der Physik B. 2 S. 94 350). Sie zeigen, daß beide für sich ohne Mitwirkung einer andern Luftart, eine Zersetzung und Desoxydirung der Säure hervorbringen können. Aber dieselben Versuche lehren auch, daß Licht bey Hervorbringung derselben Temperatur stärker wirkt, als Hitze, da im letztern Falle immer ein Sieden nöthig war, wozu es im erstern nie kam.

---

*) S. auch de Saussure Versuche auf dem Montblanc, wo die größere Intension des Lichts die Säure schneller zerlegte. Crells chemische Annalen 1796 B. 1 S. 356.

Die reine weiße Schwefelsäure habe ich weder durch die Wirkung des Lichts noch der Wärme färben können, auch auf andere Säuren keine Wirkungen bemerkt.

Sauerstoffgas über Quecksilber und Wasser einige Zeit den Sonnenstralen ausgesetzt, zeigte keine Veränderung. Die mit Wasser halb gefüllten Gefäße wurden umgekehrt in Quecksilber gestellt, und dadurch vor der Einwirkung der äußern Luft geschützt. Wäre das Licht überhaupt ein desoxydirender Körper, enthielte es einen Bestandtheil, welcher die Wirkungen der Desoxydation hervorbrächte, so würde dieses Gas eine Veränderung erlitten haben. Auch Scherer bemerkte dergleichen nicht (s. Gren's Neues Journal der Physik B. 2 S. 492).

Ich schloß einen Cubiczoll Wasserstoffgas mit 4 Cubiczollen Sauerstoffgas in einem Gefäße über Wasser ein, und sonderte dieses durch Quecksilber von der Luft ab. Dieses Gemenge war einen ganzen Sommer hindurch in einem Zimmer gegen Südwesten so gestellt, daß es die Mittagssonne treffen konnte. Aber ich bemerkte nicht die geringste Verminderung und Veränderung der beiden Gasarten. Das Licht befördert also nicht die Verbindung derselben zu Wasser.

Salpetergas über Wasser, welches durch Quecksilber von der äußern Luft abgesondert ist, dem Lichte ausgesetzt, scheint doch endlich eine Aenderung zu leiden. Ich hatte zwey Flaschen von demselben Salpetergas gesammelt, und die eine über Wasser in die Sonnenstralen, die andere hingegen an einen dunklen Ort gestellt. Als ich beide nach 3 Monaten prüfte, fand ich jene sehr verändert, sie verminderte sich nicht mit Sauerstoffgas, wohl aber mit Salpetergas, und schien sich dem Zustande der gemeinen Luft zu nähern. Die Mündung beider umgekehrter Flaschen stand in Quecksilber. Da es mir an anhaltendem Sonnenschein fehlte, so habe ich diesen Versuch nicht wiederhohlen können, und muß dessen Prüfung andern überlassen.

Ein Cubiczoll Salpetergas wurde mit einem Cubiczoll Waſſerſtoffgas über Waſſer eingeſchloſſen, und den Sonnenſtralen ausgeſetzt. Nach 6 Wochen war die Menge beträchtlich vermindert, das zurückgebliebene Gas verminderte ſich mit Sauerſtoffgas nicht mehr, auch nicht mit Salpetergas, und entzündete ſich nicht. Es ſchien alſo eine Zerſetzung vorgegangen zu ſeyn, das Sauerſtoffgas im Salpetergas wurde getrennt, und bildete mit dem Waſſerſtoffgas Waſſer, Stickgas und vielleicht auch etwas Waſſerſtoffgas blieben zurück. Im Dunkeln gelang der Verſuch nicht.

Reines, lange und anhaltend gekochtes, vorher deſtillirtes Waſſer ſchloß ich in Gläſer ein, worin ſich einige Glasfäden befanden, und ſtellte ſie ſo, daß die Sonne ſie treffen konnte. Die Mündung der Gläſer ſtand umgekehrt in Queckſilber. Nach 3 Monaten (des Frühlings), in welchen die Sonne ſie oft getroffen hatte, bemerkte ich nicht eine entwickelte Luftblaſe. Dieſe Verſuche widerſprechen ganz denen, welche Graf von Rumford (Philosoph. Transact. f. 1787. Sammlung zur Phyſik und Naturgeſchichte B. 4 S. 233), wie auch Morozzo (Comment. Bononiens. T. 7 Opusc. p. 215) angeſtellt haben. Vielleicht wandten ſie nicht gehörig ausgekochtes und vor der Einwirkung der äußern Luft geſchütztes Waſſer an, wodurch leicht eine Täuſchung entſtehen konnte. Denn Humboldt und Gay Luſſac haben gezeigt, daß die Luft, welche aus den Poren des Waſſers durch Kochen getrieben wird, reiner iſt, als gemeine Luft, beſonders die, welche ſich im Anfange des Kochens entwickelt (ſ. Gilberts Annalen B. 2 S. 129).

Es iſt alſo durch alle dieſe Verſuche ausgemacht, daß Licht für ſich die Eigenſchaft habe, die Körper zu desoxydiren, d. h. den Sauerſtoff von den Körpern zu trennen, zu entfernen, oder nur ſeine Verbindungen mit den übrigen Beſtandtheilen lockerer zu machen. Es wirkt ſchneller oder langſamer, nachdem die Körper ſind. In vielen Fällen hat es dieſe Eigenſchaft mit der Wärme gemein.

aber sehr oft bringt es doch diese Wirkungen weit schneller, leichter und in einem höhern Grade hervor.

Wenn nicht der Sauerstoff aus den Körpern wirklich entfernt ist, sondern sich nur, so zu sagen, von ihnen gelöst hat, so werden die Körper im Dunkeln wiederum oxydirt. Trommsdorf führt eine Beobachtung von Bücholz an, welcher kohlensaures Silber nicht durchaus am Lichte schwärzen konnte (Handbuch der Chemie §. 2618). Ich hatte schon oft bemerkt, daß die Klümpchen von schwarzgefärbtem salzsaurem Silber, selbst nach öfterm Umrühren, unerwartet weiß waren. Ich nahm daher fein zerriebenes salzsaures Silber und setzte es, sowohl trocken als mit Wasser übergossen, starken Sonnenstralen aus, wobey ich es oft umrührte. Das Pulver schien ziemlich durchaus grau zu seyn. Nun ließ ich es einige Wochen unangerührt am Lichte stehen, und fand nachher beym Umrühren die innern vor dem Lichte verdeckten Theilchen rein weiß. Auch legte ich eine Portion schwarzes salzsaures Silber in einen sehr dunkeln Keller, wo man nicht das geringste sehen konnte. Nach einigen Wochen war das Silber äußerst wenig entfärbt, doch aber mehr im Innern als an der Oberfläche; ein Beweis, daß man nur durch salzsaures Silber selbst einen lichtleeren Raum hervorbringen könne.

Da die athmosphärische Luft oxydirt, nicht desoxydirt, so wird man in allen Fällen keine Wirkung der äußern Luft in Verdacht haben können. Indessen schien es mir nöthig auch hierüber Versuche anzustellen. Ich bestrich ein Papier mit frisch bereitetem salzsaurem Silber und brachte es unter die Glocke einer Luftpumpe. Zugleich legte ich ein ähnlich bestrichenes Papier unter eine Glocke daneben. Nachdem die Luft aus der erstern ausgepumpt war, schwärzte sich das Papier im luftleeren Raum nicht eher und nicht später, als in der gemeinen Luft.

B. Oxydationen.

Das Licht äußert auch Erscheinungen, welche man unter dem allgemeinen Kapitel der Oxydationen begreifen kann. Das Bleichen der Pflanzenfarben am Sonnenlichte sowohl, als in der oxydirten Salzsäure, veranlaßten mich, diesen Eigenschaften nachzuforschen.

Es giebt keinen Stoff, welcher eine so große Mannichfaltigkeit von Farben hervorzubringen vermag, als das Guajakharz. Es gleicht in dieser Rücksicht den Metalloxyden, und ist eben so bequem, die verschiedenen Oxydationen zu erforschen, als jene.

Ich lößte eine Drachme Guajakharz in reinem Weingeist auf, und schlug dann das Harz durch reines Wasser nieder. Mit der Flüssigkeit, worin ein leichter weißer Niederschlag schwamm, füllte ich ein Glas völlig an, und kehrte es unter Queckſilber um, so daß die Mündung durch Queckſilber gesperrt war. Den Sonnenstralen ausgesetzt färbte sich der Niederschlag bläulich, und zwar so auffallend, daß gerade die von den Sonnenstralen getroffenen Stellen gefärbt waren. Dieser Versuch gelang sogar im Winter, bey einer Temperatur von — 4° und sehr schwachem Sonnenscheine. In einem verschlossenen Gefäße entstand diese Färbung im Dunkeln selbst bey einer ansehnlichen Hitze nicht, sondern der Niederschlag wurde vielmehr schmutzig bräunlich. An der Luft wird er grünlich, auch dem oxydirtsalzsauren Gas ausgesetzt. Das am Lichte blaugefärbte Harz lößt sich mit dieser Farbe in Weingeist auf, schmilzt im Feuer und wird schwärzlich.

Allein jene schöne blaue Farbe ist die Folge einer Oxydation, wie die oxydirte Salzsäure zeigt. Man gieße zu einer Auflösung des Guajakharzes in Weingeist oxydirte Salzsäure, so fällt ein schöner dunkelblauer Niederschlag zu Boden, der im Feuer schwarz wird und sich in Weingeist wiederum mit derselben schönen blauen Farbe auflößt. Gewöhnlich erklärt man dergleichen Färbungen nach Bertholet so, daß man annimmt, der Sauerstoff verbinde sich mit

einem Bestandtheile des vegetabilischen Körpers, dem Wasserstoff, mache Wasser und befreye dadurch den Kohlenstoff, welcher nun in einer größern Menge, mit dem zum Theil zurückbleibenden Wasserstoff verbunden, ein dunkler gefärbtes Product mache. Ich löste eine Drachme Guajakharz (nach Abzug der zurückbleibenden Unreinigkeiten) in Weingeist auf, goß so lange oxydirte Salzsäure zu bis sich nichts mehr niederschlug, filtrirte darauf schnell die Flüssigkeit und trocknete sie in einer mäßigen Wärme. Er hatte das Gewicht des aufgelösten Harzes bis auf ein Gran. Die durchgelaufene Flüssigkeit verdünstete ich langsam in der Wärme bis zur Trockniß, und erhielt genau das fehlende Gran wieder. Dieselben Versuche wurden mit 20 Gran, mit 7 Gran und 40 Gran angestellt, aber in allen Fällen blieb etwa ein Gran aufgelöst und durch den Niederschlag sowohl als durch die Verdampfung der Flüssigkeit wurde das Gewicht des Guajakharzes wieder erhalten.

Also wird durch diese Oxydation den Stoffen nichts gegeben und nichts genommen. Es geschieht also auch hier eine Aenderung in der Verbindung selbst, welche zwischen den beiden Hauptbestandtheilen dieses Harzes, dem Wasserstoff und Kohlenstoff weniger innig wird.

Diese Versuche ließen sich mit dem am Lichte blau gewordenen Harze nicht wiederhohlen, weil sich der Niederschlag nicht von Luft und Flüssigkeit befreyt, dem Licht aussetzen läßt. Doch ist die Anwendung der eben gegebenen Erklärung um desto wahrscheinlicher, da sich bey dem Blauwerden am Lichte durchaus keine andere Veränderung in der Flüssigkeit zeigt.

Andere Harze*), als Colophonium, Benzoe, Storax, auf dieselbe Weise behandelt, werden durch oxydirte Salzsäure und am Lichte gelblich, doch ist diese Farbenveränderung sehr langsam.

*) Alle Gummiharze werden am Lichte dunkler gefärbt, wie schon Senebier bemerkte, Memoir. sur l'influence de la lumière solaire à Genev. 1782.

Das weiße thierische Oel (oleum animale Dippelii) wird bekanntlich bald an der Luft dunkler gefärbt; einige Tropfen oxydirte Salzsäure geben ihm sogleich eine braune Farbe. Ich schloß sehr reines Oel dieser Art in eine Flasche, welche damit angefüllt war, kehrte die Mündung in Quecksilber um, und stellte den Apparat dem Lichte aus. Eine andere Menge wurde auf dieselbe Art ins Dunkle gestellt. Jenes zeigte sich nach einiger Zeit weit dunkler als dieses.

Auf die grünen Blätter von Erdbeeren (Fragaria vesca), Buchsbaum (Buxus sempervirens), Gerste (Hordeum Zeocriton), von Crassula cultrata, Maurandya semperflorens, und Kirschen wurde reiner Weingeist gegossen und die Tinctur ausgezogen. Diese grüne Tinctur wird an der Luft bald bräunlich, dann entfärbt; sie sich und es fällt ein flockiger Niederschlag zu Boden. Oxydirte Salzsäure entfärbt sie schnell, und schlägt ebenfalls Flocken nieder. Ich füllte mit diesen Tincturen kleine Gläser ganz voll, und sperrte die Mündung durch Quecksilber, so daß keine Luft daran kommen konnte. Ich stellte darauf einige an einen dunkeln Ort, andere in die Sonnenstralen. Diese wurden bald bräunlich und entfärbten sich nach und nach, wobey Flocken sich absetzten; jene behielten lange ihre schöne grüne Farbe. Schnell ändert sich die Tinctur von Erdbeeren, Kirschblättern, Gerste, Maurandya, langsamer von Crassula, und ungemein langsam von Buxus *).

Ungeachtet ich diese Tincturen in einem Apparat, wie vorher, lange in einer dunkeln Hitze von + 35° und darüber hielt, so bemerkte ich doch nicht die geringste Entfärbung.

Aeußerst empfindlich für das Licht ist die Auflösung dieser grünen Materie in Oelen. Man erhält sie sehr leicht, wenn man

*) Senebier hat hierüber a. a. O. manche Versuche, doch schloß er nicht die Luft sorgfältig genug aus.

die Auflösung in Weingeist mit einem fetten oder ätherischen ungefärbten Oele schüttelt. Sehr leicht wird Terpentinöl auf diese Weise gefärbt. Ungemein schnell wird ein solches Oel in den Sonnenstralen erst braun, dann entfärbt, da es sich hingegen im Dunkeln lange erhält.

Diese grüne Materie ist es, auf deren Entfärbung das Bleichen beruht. Sie löst sich nicht in Wasser, wohl aber in Weingeist und Oelen auf, wird auch durch Wasser nicht aus ihnen geschieden, wodurch sie sich vom Harz unterscheidet. Säuren und starke Alkalien machen sie braun gelblich, und verwandeln sie in eine flockige Substanz; starke Säuren und Alkalien lösen sie in der Hitze im braunen und flockigen Zustande etwas auf. Die Oxydation bringt eben diese Färbung hervor, in welchem Zustande sie sich in dem dürren Holze und andern dürren Pflanzentheilen zeigt. Daher entfärbt das Licht diese Theile. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß Holzarten am Lichte heller werden, und man verwahrt sie etwas dagegen, indem man einen desoxydirenden Körper als Oel damit in Verbindung bringt, oder sie damit reibt. Oft werden sie vorher dunkler, so wie die grüne Tinctur erstlich braun wird *).

Weit langsamer ist die Entfärbung des Extractivstoffs, welcher sich in Wasser auflöst, durch das Licht, ungeachtet sie vermittelst der oxydirten Salzsäure sehr leicht geschieht. Indessen werden alle Lack- und Saftfarben, auf Papier gestrichen, am Lichte viel eher blaß, als im Dunkeln; auch entfärbt sich mit Wasser verdünnte Lakmustinctur nach und nach im Lichte.

Ich füllte Gläser mit der frisch bereiteten Auflösung des grünen schwefelsauren Eisens in Wasser, tropfte dann blausaures Kali hinzu, so daß das Glas ganz gefüllt war, kehrte es unter Queck-

*) Auch der ähnliche, anders gefärbte, in Weingeist auflösliche Stoff, z. B. der Alkanne verhält sich eben so.

silber um, und sperrte dadurch die Mündung. Einige Gläser setzte ich ans Licht, andere ins Dunkle, wo die Temperatur nicht merklich verschieden war, und andere in eine dunkle Hitze von 30° und darüber. Am Lichte färbte sich der weiße Niederschlag schnell grün, und endlich bläulich, im Dunkeln blieb er weiß, mit einem leichten Anflug von schmutzig Gelb; in der Hitze wurde er bräunlich, ja an der Oberfläche fast schwärzlich.

Setzt man zu der Auflösung des schwefelsauren Eisens etwas oxydirte Salzsäure, so fällt der Niederschlag sogleich schön blau nieder. Es ist durch diese oft wiederhohlten Versuche bewiesen, daß Licht das blausaure Eisen eben so oxydirt, wie dieses der Sauerstoff zu thun pflegt, was auch Desmortiers sagen mag (s. Scherers Journal B. 10 S. 114, Gilberts Annalen B. 10 S. 363). Aber wir müssen nicht vergessen, daß Blausäure aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff besteht, und daß hier ohne Zweifel eine ähnliche Entfernung des Wasserstoffs in der Blausäure Statt findet, wie in dem Guajakharz. Wahrscheinlich wird die Verbindung dieser Stoffe nur lockerer durch die Einwirkung des Lichts, denn man bemerkt in der Flüssigkeit sonst nicht die geringste Aenderung.

Hieher gehören auch die äußerst merkwürdigen Versuche, welche Böckmann mit Wasserstoffgas angestellt hat, worin Phosphor aufgelöst war (s. Scherers Journal der Chemie B. 5 S. 243). Sie lehren deutlich, daß Licht das Wasserstoffgas von andern Körpern zu entfernen vermag. Mir sind sie sehr gelungen; aber als ich dieselben Versuche mit Stickgas anstellte, worin Phosphor aufgelöst war, so bemerkte ich zwar einen Niederschlag, welcher sich aber an die kältern nicht eben dunklern Stellen des Gefäßes anlegte.

Auf das gekohlte und geschwefelte Wasserstoffgas habe ich bis jetzt noch keine Einwirkung des Lichts bemerken können. Wasser mit dem letztern geschwängert, in ganz vollen wohlverstopften Fla-

schen wurde, doch am Lichte eher gelblich als im Dunkeln, und schien Schwefel abzusetzen.

Ganz reines Wasserstoffgas über reinem Wasser, wie auch Queckſilber in Flaschen, die durch Queckſilber gesperrt waren, dem Lichte ausgesetzt, an einem Orte, wo sie die Mittagssonne treffen konnte, erlitt während eines halben Jahres nicht die geringste Aenderung; es entzündete sich eben so schnell und leicht, als vorher.

Endlich darf ich hier auch noch an die oben erzählten Versuche über das Verbrennen erinnern. Alle vegetabiliſchen brennbaren Körper werden viel leichter durch Licht als durch Hitze entzündet; jenes trennt die Bestandtheile, besonders das Wasserstoffgas, dieſes strebt sie vereint aufzutreiben.

C. Resultate.

Licht desoxydirt also, und oxydirt manche Körper. Es entfernt den Sauerstoff aus ihnen, oder macht seine Verbindungen mit den übrigen Bestandtheilen lockerer. Es oxydirt eben so die Körper; es macht die Verbindung des Wasserstoffs mit den übrigen Bestandtheilen lockerer. Wir haben keine Beweiſe, daß es den Stickstoff von den Körpern zu entfernen strebe, und für seine Wirkung auf den Kohlenstoff spricht nur der einzige Versuch von dem leichtern Verbrennen der Kohle im Brennpuncte.

Seine Wirkung hat groſse Analogieen mit den Wirkungen der Wärme bey den Desoxydationen, ungeachtet es in den meisten Fällen schneller und leichter wirkt. Bey den Oxydationen zeigen sich beide auch nicht sehr verschieden; Hitze treibt aus jedem solcher Stoffe endlich ebenfalls den Wasserstoff, und verkohlt den Körper; Licht thut dieſes leichter, schneller, und in einem geringern Grade.

Nichts spricht für die Hypotheſen, daß sich Licht ganz oder nach einem seiner Bestandtheile mit den Körpern chemisch verbinde. Abgerechnet, daß in den veränderten Körpern das Gewicht weder ab- noch zunimmt, ist es wohl wahrscheinlich, daß ein Körper,

welcher einen bestimmten Bestandtheil andern Körpern giebt, zugleich oxydirt und desoxydirt, und dieses ohne Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, jedes für sich allein, zu ändern? Was für gezwungene Erklärungen würden erfodert, um alle die angeführten verschiedenen, ja fast entgegengesetzten Erscheinungen mit einer solchen Hypothese zu vereinigen!

Auch das ganze Licht verbindet sich wohl nicht mit den Körpern. Unter der Oberfläche stellt sich das geschwärzte salzsaure Silber wiederum her, und ungeachtet dort eine Menge Licht sich unaufhörlich zu verbinden scheint, so dringt es doch kaum unter die Oberfläche. Ich habe geschwärztes salzsaures Silber im Dunkeln auf eine eiserne Platte gestreuet, welche eben aus der Rothglühhitze zur dunkeln Hitze gekommen war, und nicht den geringsten Lichtschein beobachtet. Das verbundene Licht giebt sich durch keine chemische Erscheinung zu erkennen, die Körper leiden durch dessen Einwirkungen verschiedene oft entgegengesetzte Veränderungen. Auch als Wärmestoff äußert sich das verbundene Licht auf keine Weise.

Die Freunde des Vibrationssystems werden durch chemische Versuche keinesweges widerlegt; freylich hat die Chemie auch keine Beweise dafür.

Für das wirkliche Verschlucken des Lichts in den Körpern haben wir keine Beweise. Will man die Sprache des Emanationssystems bey den schwarzen Körpern beybehalten, so muß man sagen: es werde beym Auffallen auf dieselben so geschwächt, daß es nun nicht mehr merklich sey. Die Beobachtung, daß selbst der dunkelste Ort nicht so das salzsaure Silber entfärbt, als eine dünne Schicht von demselben Silber scheint darzuthun, daß selbst da, wo wir Dunkelheit glauben, eine Menge Lichstralen vorhanden sind.

Licht wirkt auf die Körper nicht chemisch, aber allerdings sehr kräftig, und also wohl mechanisch. Es ist das große Trennungsmittel in der Natur. Daher kann man die ewige Dunkelheit im Innern des Erdbodens, in tiefen Höhlen und andern dunkeln

Orten für das Mittel ansehen, dessen sich die Natur zu unzähligen Verbindungen bedient, welche die Kunst nicht nachahmen kann.

§. 5.

Wirkungen des Lichts auf organische Körper.

Priestley bemerkte zuerst die merkwürdige Erscheinung, daß grüne Pflanzentheile unter Wasser im Lichte Sauerstoffgas entwikkeln (Experim. on differ. branch. of natur. Philos. V. 1 S. 33. V. 2 S. 2, 3, 61). Ingenhouß dehnte die Versuche weiter aus (Mem. upon Vegetables 1779 4) und lieferte uns ein großes Werk über diesen Gegenstand (Ingenhouß Versuche mit Pflanzen u. s. w. Wien 1786 8), welches die Aufmerksamkeit der Naturforscher in einem hohen Grade erregte. Lange nahm man es als eine ausgemachte Sache an, daß Pflanzen die Luft im Sonnenscheine verbessern; man achtete nicht auf Senebiers Behauptung, daß bloß Kohlensäure die Quelle dieser Gasart sey (Mem. sur l'influence de la lumière solaire dans la vegetation à Genève 1782 und Physiologe vegetale T. 3 p. 197) bis endlich Woodhouse's neueste Versuche Zweifel von Bedeutung zu erregen scheinen (s. Crells chemische Annalen 1802 Th. 2 S. 128, 218, 308).

Alle Versuche, welche ich über diesen Gegenstand seit mehrern Jahren angestellt habe, bestätigen völlig Senebiers Behauptungen, daß bloß die Kohlensäure die Quelle jener entwickelten Luft sey. Aber darin kann ich ihm nicht beystimmen, daß die Kohlensäure eine so wichtige Rolle in der Vegetation spiele.

In reines anhaltend gekochtes und in verstopften Gefäßen kalt gewordenes Wasser wurden Zweige von Crassula crenata, Maurandya semperflorens, Pyrus communis, und ein junger Schößling mit unentwickelten Blättern von Primula Auricula eingeschlossen. Die Gefäße standen umgekehrt mit der Mündung in Queckſilber, da, wo sie die Mittagssonne treffen konnte. Nach 6

Wochen im Frühlinge, wo die Sonne oft geschienen hatte, fand ich auch nicht ein Luftbläschen entwickelt. Ich habe diesen Versuch oft und zu andern Zeiten wiederhohlt, und dadurch Senebiers Behauptung vollkommen bestätigt gefunden. Nimmt man aber ungekochtes Wasser, läßt man gekochtes Wasser eine Zeitlang an der Luft stehen, oder etwas Kohlensäure in sie fahren, so erhält man bald Sauerstoffgas im Lichte, unter den Umständen, wie sie besonders Senebier gut aus einander gesetzt hat.

Aber dieses Einschließen in gekochtes Wasser schadet den Pflanzen auf einige Zeit nicht. Ich habe verschiedene Wochen die Pflanzen auf diese Weise gut erhalten, ja der Schößling von der Aurikel breitete seine Blätter aus, und diese wurden ansehnlich vergrößert. Endlich lößte sich die Oberhaut an einigen Stellen ab, und war mit Wasser unterlaufen, worauf denn nach und nach das Verderben der ganzen Pflanze folgte. Die saftigen Pflanzen, besonders Crassulae, litten zuerst, und wurden schwärzlich an den Rändern der Blätter, die übrigen hielten es viel länger aus. Wäre Kohlensäure zur Vegetation so unentbehrlich, diente die Zersetzung durchaus zur Ernährung der Pflanzen, so würden diese in reinem gekochten Wasser nicht so lange leben, viel weniger sich vergrößern und wachsen können. Wasser ist ohne Zweifel das einzige Nahrungsmittel der Pflanzen; wie aber durch dieses Kohlenstoff und Stickstoff in die Pflanzen kommen, ist eine Frage, welche die Chemie noch aufzulösen hat.

Die Zerlegung der Kohlensäure durch die grünen Blätter und andere Pflanzentheile im Licht gehört zu den Desoxydationen, welche, wie wir gesehen haben, das Licht leicht und schnell zu bewirken vermag. Es ist eine bloße chemische Zerlegung, womit die Pflanze als solche nichts zu thun hat.

Die grüne Farbe der Pflanzen ist ebenfalls keine unmittelbare Wirkung des Lichts. Pallas machte darauf aufmerksam, daß der Embryo von Salsola, ungeachtet er vor dem Lichte verschlossen ist,

doch eine grüne Farbe zeigt *). Ich führe noch die Embryonen der Malvacearum und verschiedene andere hiebey an, welche ebenfalls eine schöne grüne Farbe haben, die innere Rinde verschiedener Bäume und Sträucher, z. B. des Sambucus nigra, der grüne Cirkel um das Mark vieler Bäume, z. B. der Pappeln, Weiden, Platanus und anderer, welche ganz vor dem Lichte verschlossen sind, und überdieß mit keiner Gasart in Verbindung stehen. Humboldts Bemerkung, welcher einige kryptogamische Pflanzen in Wasserstoffgas grün werden sah, kann auch hier nicht angewendet werden.

Um zu bestimmen, welche Wirkung die Pflanzen auf die Luft im Lichte haben, bediente ich mich des folgenden Mittels, wobey sie so wenig als möglich aus ihrer natürlichen Lage kamen. Ich nahm die Zweige von biegsamen Pflanzen, als Maurandya semperflorens, Ipomöea coccinea, junge aus der Wurzel getriebene Schößlinge von Birnbäumen, liegende Stämme von Crassula crenata und Sedum reflexum, und brachte sie, ohne sie von der Mutterpflanze zu trennen, und ohne sie durch starkes Biegen zu beschädigen, durch Queckſilber in Gefäße mit vorher eudiometrisch geprüfter Luft gefüllt. Sie standen im August, wo doch einige sonnige Tage waren, den Sonnenstralen ausgesetzt. Nie hielten es die Pflanzen länger als 24 Stunden in dieser eingeschlossenen Luft aus, sondern die Blätter fingen an zu welken, und in einigen wenigen Tagen war der Zweig todt. Die Luft, wenn die erste Verderbung anfing, geprüft, zeigte nicht die mindeste Aenderung; war jenes Verderben etwas weiter gekommen, so hatte sie sich verschlimmert und ein wenig Sauerstoffgas verloren. Das Absterben der Pflanzen rührte unstreitig von Mangel an Feuchtigkeit her, denn ein wenig Wasser über das Queckſilber gelassen, erhielt die Pflanzen beträchtlich länger, änderte aber den Versuch und verbesserte

*) Illustrat. Plant. p. IV.

die Luft. Kurz diese oft wiederhohlten Versuche lehrten, daß die Pflanzen für sich keinesweges die Luft im Sonnenscheine verbessern, noch verschlimmern.

Auf eben die Art schloß ich Zweige von denselben Pflanzen in Wasserstoffgas, Stickgas, Kohlensäure und Sauerstoffgas ein. In diesem starb ein Zweig eben so schnell als in den übrigen Gasarten ab, die Blätter wurden gelblich und röthlich. In Kohlensäure schien doch der Zweig zuerst zu sterben, ohne daß sich die Farbe der Blätter änderte. In Stickgas lebte der Zweig so lange als in Sauerstoffgas, die Farbe der Blätter blieb grün. In Wasserstoffgas blieb der Zweig beynahe länger als in den übrigen Gasarten lebendig und zugleich schön grün, so wie er aber herausgezogen wurde, starb er schnell ab, und wurde bräunlich. Wenn ich Wasser über Quecksilber brachte, so lebte der Zweig in Wasserstoffgas ziemlich lange, aber das Gas verminderte sich beständig: es schien aus dem entwickelten Sauerstoffgas und Wasserstoffgas Wasser zu entstehen. Keine dieser Gasarten zeigte, wenn die Prüfung vor dem gänzlichen Verwelken des Zweiges angestellt wurde, eine merkliche Veränderung. Es war einerley, ob die Sonne an den Tagen schien, wo die Zweige dem Lichte ausgesetzt waren, oder nicht; immer aber beschleunigte Sonnenschein das Verwelken der Pflanzen in der eingeschlossenen Luft, ohne Zweifel, weil dadurch die Feuchtigkeit früher zerstreut wurde.

Es ist eine alte, durch unzählige Versuche der Neuern ausgemachte Sache, daß Licht die Pflanzentheile, deren Bestimmung es ist, grün zu seyn, grün färbt; Dunkelheit hingegen sie bleicht. Senebier hat hierüber viele Versuche angestellt. Wir haben aber oben schon gesehen, daß Theile, von andern ungefärbten eingeschlossen, von Licht und Luft getrennt, grün seyn können. Zwiebeln in den Sonnenstralen aufgehängt, treiben grüne Blätter, werden aber selbst nie grün. So wie die Pflanze kränkelt, werden ungeachtet des Lichts die Theile sogleich gelb oder bräunlich; es geschieht dann

eine Oxydation. Es ist also ohne Zweifel ein bestimmter Grad der Incitabilität, durch das Licht, in manchen Fällen durch Wasserstoffgas oder durch andere uns unbekannte Reize hervorgebracht, welcher die grüne Farbe der Gewächse erzeugt.

Die Pflanzen ziehen sich bekanntlich nach dem Lichte, doch aber nur, wenn das Licht sie trifft. Eine Pflanze in eine dunkle Kammer gestellt, worein man durch eine enge Oeffnung einige Stralen einfallen läßt, wendet sich nicht nach der Oeffnung oder dem Wege des Strales, wenn sie neben demselben sich befindet. Es rührt dieses Drehen von keiner ausströmenden Luft her, denn es wird durch Licht im natürlichen Zustande, wie wir oben gesehen haben, keine Luft entwickelt; auch nicht von verdunstender Feuchtigkeit, denn Pflanzen ganz im Wasser eingeschlossen drehen sich nach dem Lichte. Der Reiz des Lichts, wenn er die Pflanzen trifft, bringt eine Zusammenziehung, eine Art von Krampf hervor, wodurch jenes Drehen geschieht. Ganz nach den Gesetzen solcher Reizmittel wirkt ein schwaches Licht auf eine im Dunkeln gezogene, des Lichts entwöhnte Pflanze stärker, als ein sehr starkes Licht auf eine im Freyen wachsende. Ich habe nicht bemerkt, daß eine im Freyen stehende Pflanze sich nach dem Reverbere, dessen concentrirtes Licht sie traf, gewandt hätte.

Der Schlaf der Pflanzen, das Oeffnen und Schließen mancher Blumen ist keine chemische Wirkung des Lichts, sondern es verhält sich auch hier als ein Reizmittel, und das periodische Gewöhnen geht der Einwirkung desselben vor. Schlafende Pflanzen kehren sich im Anfange nicht an die Kerzenerleuchtung während der Nacht in einem dunkeln Keller, endlich aber richteten sie sich danach, wie Decandolle gezeigt hat (Bulletin de la Societé philomath. n. 42). Tragopogon crocifolius, Scorzonera pinifolia und Bellis perennis wurden in einen dunkeln Keller gebracht, wo sie ihre Blumen nicht öffneten. Als ich Abends um 5 Uhr ein helles Licht einfallen ließ, öffnete sich darum keine einzige Blume.

Das Licht wirkt also hier überall als organisches Reizmittel, und steht unter den Gesetzen dieser Reize. Das Kerzenlicht unterscheidet sich hier von dem Sonnenlichte gar nicht, und wirkt nur etwas schwächer.

Eine Schrift: Versuch einer Geschichte des Lichts in Rücksicht seines Einflusses auf die gesammte Natur von J. C. Ebermaier, Osnabrück 1799, enthält ziemlich vollständig, was man von der Wirkung des Lichts auf die organischen Körper auch auf den Menschen vermuthen kann. In dieser sonst guten Schrift ist aber, wie es auch der Zweck des Verfassers nicht war, keine Behauptung durch Versuche und durch Ausschließung aller andern wirkenden Ursachen erwiesen.

Die thierischen Farbenstoffe verhalten sich im Ganzen wie die vegetabilischen. Es ist bekannt, daß ausgestopfte Vögel am Lichte blasser werden; Papageyenfedern von derselben Art in Kästen und daneben im Freyen aufbewahrt, zeigten nach einiger Zeit einen auffallenden Unterschied; jene waren viel dunkler geblieben.

In dem lebenden Körper hingegen werden die Farben durch Lebenskräfte entwickelt, und das Licht trägt nichts dazu bey, als in so ferne es wie ein Reizmittel wirkt. Dieses zeigt unter andern die Wachshaut der Vögel. Nach dem Tode vergeht ihre Farbe, man mag den Kopf des Thieres im Dunkeln oder im Lichte aufbewahren. Eben dieses ist der Fall mit manchen gefärbten Schnäbeln und Füßen. Ich habe den Laubfrosch und die grüne Kröte (Rana variabilis Pallas. Buso viridis Laur.) einige Zeit hindurch beobachtet und gefunden, daß reizende Leidenschaften die Farbe des Thieres im Lichte und im Dunkeln erhöhen, Angst und Furcht hingegen sie blasser machen.

Alles stimmt dahin überein, daß Licht auf die lebenden organischen Körper als Reizmittel wirkt. Die Theorie derselben überhaupt muß erst genauer bearbeitet seyn, ehe wir die Wirkungsart und den Rang des Lichts unter denselben genau bestimmen können.

Zweyter Abschnitt.

Wirkungen des farbigen Lichts.

Wir haben in dem vorigen Abschnitte die Wirkungen des ganzen unzertrennten Lichtes betrachtet, jetzt müssen wir die Wirkungen der einzelnen Stralen, in welche sich das Licht theilen läßt, untersuchen. Das bequemste Mittel die Lichtstralen von einander zu sondern, liefert uns das gläserne Prisma, doch können wir uns auch gefärbter Gläser und gefärbter Flüssigkeiten zu demselben Zwecke bedienen.

§. 1.

Eine der wichtigsten Entdeckungen in der Physik ist die Entdeckung der nicht leuchtenden, aber erwärmenden, Stralen im Sonnenlichte von Herschel (s. Herschel über die Natur der Sonnenstralen, übers. von Harding, Zelle 1801 8; auch Gilberts Annalen B. 5 S. 46, B. 7 S. 138, B. 10 S. 68, B. 12 S. 521). Leslie hat in einem heftigen Tone höchst unbedeutende Einwürfe dagegen gemacht (s. Gilberts Annalen B. 10 S. 88), Englefield sie aber durch genaue Versuche bestätigt (Gilberts Annalen B. 12 S. 399). Ich verweise auf den letztern besonders. Wenn ich nämlich zwey correspondirende Thermometer neben einander in einem dunkeln Zimmer aufhänge, so daß eines von dem andern um 4 Zolle absteht, und lasse auf das eine die rothen Stralen eines durch ein Prisma gemachten farbigen Sonnenbildes fallen, so steigt das andere, neben den rothen Stralen ins Dunkle gestellte, fast immer um einen Grad höher, als das in ihnen selbst befindliche. Bey dieser Weise den Versuch anzustellen, muß die Axe des Prisma vertical stehen.

Schon die ältern Naturforscher, welche die größere Erhitzung der schwarzen Körper durch Licht beobachteten, fanden, daß rothe

stärker erhitzt werden, als blaue. Franklin sah, daß Stücke von schwarzem Tuch auf Schnee in den Sonnenstralen gelegt tiefer einsanken, als Stücke von rothem Tuch, diese mehr als von gelbem u. s. f., daß also schwarz am stärksten, und nach der Folge roth, gelb u. s. f., blau am wenigsten, von den Sonnenstralen erhitzt wurde. Diese Erfahrungen wurden von allen Seiten bestätigt, und Thermometer in das Farbenspectrum gestellt bewiesen sie geradezu. Herschel glaubt nun, ein Spectrum von wärmenden Stralen verbreite sich über die farbigen, es sey daher ein großer Unterschied zwischen beiden. Vortrefflich lehrt er, daß die wärmenden nicht allein zurückgeworfen werden, wie man vorher schon wußte, sondern auch, daß sie eine Brechung erleiden und in einem Brennpuncte vereinigt werden können. Er stellte eine Menge Versuche an, um durch ein nach Bouguers Art eingerichtetes Photometer das durchgelassene Licht zu messen und zugleich durch Thermometer die durchgelassenen Wärmestralen, und fand, daß beider Menge in keinem anzugebenden Verhältnisse sich änderte. So ließ ein rothes Glas von den leuchtenden Stralen fast alle durch, schloß hingegen eine große Menge wärmender Stralen aus. Folglich sind nach ihm die wärmenden Stralen von den leuchtenden ganz verschieden, und jene diesem nur beygemengt.

§. 2.

Scheele bemerkte, daß der violette Stral das salzsaure Silber schneller färbte, als die andern Stralen, und daß besonders der rothe dieses am spätesten leiste. Seine Versuche sind, so viel ich weiß, lange nicht benutzt worden, und beynahe ganz vergessen. Herschels wichtige Entdeckung mußte nun bald einen Naturforscher darauf führen, an der andern Seite des Farbenspectrums ebenfalls nicht leuchtende Stralen zu vermuthen. Ritter stellte darüber Versuche an (s. Gilberts Annalen B. 12 S. 409). Er bemerkte, wie Scheele die schnellere Färbung des salzsauren Silbers im violetten

Strale zugleich eine noch stärkere Färbung neben dem violetten Strale, völlig wie auf der andern Seite des Spectrums neben dem rothen Strale, die stärkste Erwärmung. Er schließt also auf nicht leuchtende chemische Stralen, ja er sagt, daß sich diese Stralen auf andere Theile des Spectrums werfen lassen und dort eine stärkere Färaung hervorbringen. Gerade wie Herschel ein besonderes Spectrum von nicht leuchtenden wärmenden Stralen annimmt, welche sich über das leuchtende Spectrum verbreiten, behauptet er ein drittes chemisches Spectrum, welches sich über das leuchtende verbreitet, ohne jedoch dessen Gegenwart durch solche Versuche, wie Herschel, zu erweisen.

So hätten wir also, außer den sieben farbigen Stralen des Lichts, noch andere nicht leuchtende, wärmende und chemische Stralen.

§. 3.

Ich überstrich ein sehr langes Papier mit frisch bereitetem salzsauren Silber, und ließ dann durch ein Prisma das farbige Sonnenbild in einem dunkeln Zimmer darauf fallen. Das Prisma war vor der Oeffnung, wodurch das Licht einfiel, befestigt, und ich trat dem Papier nahe, um alle Veränderungen zu beobachten. Die Färbung fing über den violetten Stralen, da wo sie sich schon allmählig in das Dunkle verloren hatten, an, und fuhr nun nach und nach fort gegen die untern rothen Stralen. Am Ende des Versuchs war der obere Theil schon völlig schwarz gefärbt, der untere hingegen hatte eine mehr gelblich-schwarze Farbe. Dieser Versuch oft wiederhohlt gab immer dasselbe Resultat.

Ich nahm geschliffene Glasplatten von derselben Dicke und weißer, rother, gelber, grüner und blauer Farbe, paßte sie, jede 4 Zoll von der andern entfernt, in den Deckel eines inwendig schwarz überzogenen Kastens. Gegen jede Glasplatte über befestigte ich ein Papier mit frischem salzsauren Silber bestrichen. Das unter

dem blauen Glase wurde am ersten gefärbt, darauf folgte das unter dem weißen, dann unter dem grünen, dem gelben und dem rothen. Ich bemerkte hiebey, daß das salzsaure Silber unter dem blauen und dem weißen Glase ein bläulich Schwarz annahm, mit einer geringen gelblichen Mischung; hingegen das unter dem gelben und rothen Glase nahm, obgleich viel später, ein Schwarz an, worin viel Gelb war, ungefähr die Farbe, welche es in der dunkeln Hitze erhält.

Ich nahm Glaskugeln und füllte sie mit Lakmustinctur, salzsaurem Eisen, salzsaurem Kupfer und Alkannatinctur und ließ den gefärbten Brennpunct auf Papiere fallen, die mit frischem salzsaurem Silber bestrichen waren. Auch hier färbte sich das Papier in den violetten Stralen viel früher als in den übrigen, dann folgten die Papiere in den grünen und rothen Stralen, die aber sehr ins Violette fielen, endlich erschien auf dem Papier in den gelben Stralen die gelblich-schwarze Farbe, wie sie dunkle Hitze hervorbringt.

Die dunkeln färbenden Stralen durch ein anderes Prisma aufgefangen und in die gelben Stralen eines Spectrums geworfen, beförderten die färbende Kraft derselben ungemein, wie Ritter schon richtig bemerkt.

Ich füllte einen langen Cylinder mit Guajaktinctur, durch reines Wasser gefällt, so daß er ganz voll war, und verstopfte ihn sehr genau. Nun stellte ich ihn so, daß das farbige Sonnenbild durch ein Prisma in einem dunkeln Zimmer darauf fallen konnte. Ich drehte das Prisma von Zeit zu Zeit, damit die Farben immer an dieselbe Stelle fallen konnten. Auch hier wurde der obere Theil, da wo sich die violetten Stralen in das Dunkel verloren, zuerst bläulich gefärbt, und die Färbung stieg nach und nach abwärts.

Aus diesen Versuchen erhellet, daß die violetten Stralen und die daneben befindlichen unsichtbaren vorzüglich jene Färbungen be-

wirken. Es giebt also allerdings chemische Stralen, die brechbarer sind als die übrigen.

Auch der oben angeführte Versuch, daß salzsaures Silber sich unter der Oberfläche leicht entfärbt, schwer und kaum im dunkeln Keller, beweißt ebenfalls die Gegenwart solcher chemischen Stralen. Es ist eine totale Abwesenheit des Lichts zu jener Entfärbung erfoderlich, und die gewährt sogar eine Dunkelheit nicht, wo das Auge kein Licht gewahr wird. Es giebt also noch unsichtbare, zerstreute Stralen, welche das salzsaure Silber verhindern, in den vorigen Zustand zurückzukehren, ungeachtet sie nicht im Stande sind, es in den gefärbten Zustand zu versetzen.

Sind aber die chemischen, leuchtenden und wärmenden Stralen in ihren Wirkungen wesentlich verschieden? Herschels Versuche, selbst wenn sie auch außer allen Zweifeln gesetzt wären *), beweisen nur, daß in dem weißen Lichte die Stralen schon getrennt sind, und daß sich wärmende Stralen als solche darin befinden. Schon Newton nahm eine Trennung der farbigen Stralen im weißen Lichte an, die nur durch Brechung im Prisma vergrößert werde. Ich fand eben so, daß die Färbung des salzsauren Silbers nicht mit der Intension der blauen Farbe in geradem Verhältnisse stand, das schwach blaue Glas färbte beynahe eben so schnell. Also möchten auch wohl die chemischen Stralen im weißen Lichte schon ursprünglich getrennt seyn. Indessen scheint es nicht, als ob die blauen Stralen von den eingemengten chemischen, die rothen von den eingemengten wärmenden ihre eigenthümlichen Wirkungen erhalten. Gelbes und rothes Licht durch dicke Gläser, welche viel Wärmestralen abhalten, gelassen, geben doch immer dem salzsauren Silber jene gelblich-schwarze Farbe, welche es auch in dunkler Hitze

*) Stärke des Lichts durch die Augen gemessen, worauf noch alle photometrische Messung beruht, ist höchst unsicher. Denn bey starkem Lichte merken wir bedeutende Unterschiede nicht, bey schwachen schon geringe.

annimmt, und beweisen eine gleiche Wirkungsart beider Stralen. Ja, wenn auch ein solches Glas alle Wärmestralen durchließe, so wären diese doch nicht im Stande, für sich dem salzsauren Silber jene Farbe zu geben. Ferner färbt jede blaue Flüssigkeit, verdünnter Veilchensyrup, blaue Guajaktinctur, schwefelsaures Kupfer, Ammonium, Kupfer u. s. w. in Glaskugeln gegossen das salzsaure Silber schneller, als gelbe Flüssigkeiten. Sollten alle diese Substanzen blaue und chemische Stralen immer zugleich durchlassen, und ist es nicht viel wahrscheinlicher, daß blaue Stralen auch für sich jene färbende Eigenschaft besitzen, nicht bloß, weil ihnen chemische Stralen beygemengt sind?

§. 4.

Da ich die Färbung des kohlensauren Silbers der Färbung des salzsauren Silbers ganz entgegengesetzt gefunden hatte, so bestrich ich auch damit ein langes Papier und setzte es dem farbigen Sonnenbilde in einem dunkeln Zimmer aus. Die Färbung fing sogleich dicht unter den rothen Stralen an, und stieg so nach und nach in die Höhe, so daß sie sich auch hier ganz anders wie die Färbung des salzsauren Silbers verhielt.

Papiere, mit kohlensaurem Silber bestrichen, wurden, wie vorher, blauen, grünen, gelben und rothen Gläsern ausgesetzt. Unter dem rothen Glase war das Papier eher gefärbt, als unter dem gelben, unter diesem eher, als unter dem grünen und blauen. Eben so verhielt sich das kohlensaure Silber unter gefärbten Flüssigkeiten.

Es wirken also auch hier die unsichtbaren Stralen außer dem farbigen Spectrum, und zwar die wärmenden Stralen. Dieser Versuch bestätigt unsre vorigen, zugleich dient er als eine Bestätigung von Herschels Behauptungen. Der Ausdruck „chemische Stralen" paßt also nicht ganz für die an den violetten liegenden, da die an den rothen liegenden ebenfalls und auf eine völlig ähnliche Art chemisch wirken.

§. 5.

Ich nahm seidene (atlasne) Bänder von schwarzer, weißer, rother, brauner, gelber, grüner, blauer und violetter Farbe, bestrich sie dann mit salzsaurem Silber und setzte sie den Sonnenstralen aus. Ich bemerkte keinen Unterschied in der Zeit, wo die Färbung anfing, und am Ende des Versuchs war die Farbe überall gleich dunkel. Auf dem schwarzen Bande schien sie zwar heller, aber wenn man sie durch ein Vergrößerungsglas mit dem weißen Bande verglich, so zeigte es sich, daß die schwarze Unterlage eine Täuschung verursacht hatte. Auch mit kohlensaurem Silber war der Unterschied nicht merklich.

Tillet (Memoir. de l'Academ. p. 1783) sagt: unter dunkelblauem Glase blieben Pflanzen am längsten grün. Kresse unter rothem und blauen Glase gezogen zeigte mir keinen Unterschied; war aber nicht so schön grün, als die an freyer Luft gezogene.

§. 6.

Die farbigen Stralen, welche die Farben verursachen dringen aus dem Innern der Körper hervor. Man betrachte die Bilder in polirtem Messing. Sie zeigen die eigenthümlichen Farben der abgebildeten Körper zugleich mit einer gelblichen Mischung, wie man besonders wahrnimmt, wenn man lichtgefärbte Sachen davor hält. Sie schicken also zweyerley Licht unserm Auge zu, zurückgeworfenes der Bilder, ohne Zweifel von der Oberfläche, und eigenthümlich farbiges, wahrscheinlich aus dem Innern zurückgestraltes. Man wird überdieß an allem gefärbten Glase bemerken, daß die dünnen Splittern rein weiß sind, daß es nur in einiger Dicke seine Farbe erhält, und folglich die im Innern zerstreuten färbenden Theilchen sie nach allen Seiten herausenden. Denn fast alle gefärbten Körper haben beym zurückstralenden und durchfallenden Licht dieselbe Farbe; einige wenige ausgenommen, als die Tinctura

Lignī Guajaci, in welcher Theile von verschiedener Oxydation schwimmen.

Man nimmt gewöhnlich an, der farbige Körper werfe die Stralen von einer Farbe zurück und verschlucke die übrigen. Newton sagte eigentlicher und richtiger: er schwäche die übrigen. Die schwarze Farbe entstehe von der Verschluckung des ganzen Lichts, die weiße von Zurückstralung desselben.

Wir haben schon oben *) gezeigt, daß in schwarzen Körpern nicht das ganze verschluckte Licht zur Wärme werde. Wir haben ferner gesehen, daß in Fällen, wo viel Licht scheint verschluckt zu werden, wie beym salzsauren Silber, dieses doch nicht unter die Oberfläche dringe. (1. Abschn. §. 4. A. d.). Wir wissen endlich aus dem vorigen §., daß dieses verschluckte Licht an der Oberfläche selbst auf das dort verbreitete salzsaure Silber nicht merklich wirke. Also das verschluckte Licht verschwindet; es wird vielmehr = 0. Dieses ist kein Paradoxon; wir haben einen ganz analogen Fall an der positiven und negativen Electricität, welche zusammen in noch so großer, nur gleicher Stärke verbunden, null machen.

Wenn man Blau, Roth und Gelb so mengt, daß die Intension der Pigmente einander gleich ist, so erhält man ein schwarzes Pigment. Hierauf beruhen die Farbentafeln, welche uns Meyer und nach ihm vollständiger Lambert geliefert haben. Die Erscheinung ist noch nicht erklärt; man nimmt gewöhnlich an, ein Pigment verschlucke, was das andere zurückwerfe, aber es erhellt leicht, daß ein Pigment nur die Stralen verschlucken kann, welche das andere ihm zuwirft, und immer müßte doch an der Oberfläche ein gemischtes Licht aus dreyerley farbigen Stralen erscheinen. Offenbar machen also die zurückgeworfenen, aber nun nahe vereinigten, dreyerley farbigen Stralen zusammen die Abwesenheit der Farbe,

*) S. Ersten Abschnitts §. 2.

oder Null. Uebrigens wissen wir aus Wünsch's Untersuchungen, daß man im prismatischen Farbenbilde im Grunde nur drey Farben annehmen kann (s. Versuche und Beobachtungen über die Farben des Lichts. Leipz. 1792. 4).

Also alle Stralen des Lichts genau mit einander verbunden machen null oder Abwesenheit der Farbe, und wenn die wärmenden und chemischen dazu kommen, wahrscheinlich ein totales Null aller Eigenschaften des Lichts. Eine andere merkwürdige Erscheinung ist es, daß viele Pigmente in einem sehr compacten Zustande sich schwarz oder dunkelgefärbt zeigen und ihre eigenthümliche Farbe erst beym Zerreiben oder Verdünnen annehmen. Das Koboltglas, das Berlinerblau und der Indig, die Cochenille, der Indicolit, der Zinnober, der Thonschiefer und viele andere Substanzen beweisen dieses. Man erklärt dieses wohl dadurch, daß beym Zerreiben die Oberfläche vermehrt und dadurch mehr weißes Licht zugleich zurückgeworfen werde, welches die Farbe heller mache. Aber beym Zinnober wird die Farbe nicht bloß heller, sie geht aus dem Bleyfarben in das Hochrothe über. Wahrscheinlich zerstreuen alle innern Theilchen der Körper die Stralen, und werfen sie getrennt zurück. Da nun, wo diese Theilchen dicht auf einander liegen, vereinigen sich die Stralen und machen Null; da hingegen, wo die Theilchen mehr von einander entfernt sind, gelangen die getrennten Stralen in unser Auge. Wir sehen eigentlich nur den gefärbten Rand jedes Theilchens, da wo das Spectrum eines jeden Theilchens abbricht *). An den schwarzen Körpern werden wir die Ränder mit den wärmenden Stralen gewahr, wodurch die oben gemachten Versuche (§. 2) erklärlich werden.

---

*) Einzelne zurückstralende Theilchen in einer durchsichtigen Masse, zeigen daher, wenn sie zart genug sind, das ganze Farbenbild. Daher die Farben dünner Blättchen, Seifenblasen u. s. w.

Aber, wird man sagen, das weiße Licht ist bekanntlich die Vereinigung aller Stralen. Daß dieses nicht sey, beweißt schon Newtons Versuch, welcher weißes Licht aus allen farbigen Stralen durch ein convexes Glas erzeugte. Denn wegen der verschiedenen Brechbarkeit der farbigen Stralen vereinigten sich diese nicht in einem Brennpuncte, und eine Annäherung derselben war schon hinreichend weißes Licht zu erzeugen. Im weißen Lichte sind schon alle Stralen getrennt; das Prisma, wie auch die Theorie lehrt, bringt sie nur mehr aus einander. Die Stralen des weißen Lichts, deren Vereinigung die Geschwindigkeit desselben hindert, machen völlig vereinigt totale Abwesenheit der Farbe und der andern ausgezeichneten Eigenschaften des Lichts. Vom Weißen zum Schwarzen ist nur ein geringer Uebergang; daher verschwindet in dem Augenblicke, wo ein Zimmer verdunkelt wird, auch alles Licht, welches vorher in Menge hineinströmte, und unstreitig wird auf diese Art eine Menge Licht unaufhörlich zur Ruhe gebracht.

Ich habe nicht umhin gekonnt, diese Farbentheorie aus einander zu setzen. Sie scheint mir mit den Erscheinungen gut überein zu stimmen, ja diese scheinen nur daraus allein erklärlich. Mögen nun die Freunde des Emanationssystems, des Vibrationssystems, die Materialisten und Immaterialisten dieses weiter zu erklären und darzustellen suchen.

Dritter Abschnitt.

Entwickelung des Lichts.

Wir kömen jetzt zu den Quellen gehen, aus welchen das Licht hervorströmt. Die Wirkungen des Lichts ließen sich auf einige wenige Gesetze bringen, und der Zusammenhang der Erscheinungen in der Natur ließ sich deutlich einsehen. Hier aber ist noch große Dunkelheit, und die Theorie vermag nur das Gesetz zu ahnden, nach welchem sich diese Erscheinungen richten.

§. 1.

Verbrennung.

Seit Lavoisier ist die Theorie des Verbrennens so genau aus einander gesetzt, daß nur eine Frage übrig blieb, woher das Licht beym Verbrennen entspringe. Lavoisier drückte sich darüber zweifelhaft aus; er indessen sowohl als seine Nachfolger hielten es für sehr wahrscheinlich, daß der Lichtstoff, obgleich vom Wärmestoff verschieden, einen wesentlichen Bestandtheil des Sauerstoffgases ausmache. Daß ein Glühen der Materien, welche Sauerstoff liefern, erfoderlich sey, daß Licht aus dem Wasser Sauerstoffgas entwickele, kam dieser Hypothese sehr zu Hülfe. Gren hingegen, Richter und andere, besonders deutsche Chemisten, nahmen den Lichtstoff als eine eigene Materie an, welche sich in den brennbaren Körpern befinde, und, mit dem Wärmestoff verbunden, das Licht entstehen mache. Eine ähnliche Hypothese stellt auch Brugnatelli auf, so wie Davy eine Theorie entwarf, nach welcher Lichtstoff Bestandtheil des Sauerstoffgases ist.

Man kann durch eine mäßige Hitze ohne alles Glühen aus Braunsteinoxyd und Salzsäure die oxydirte Salzsäure bereiten, aus oxydirt salzsaurem Kali ebenfalls ohne Glühen Sauerstoffgas und in diesem brennt nun Phosphor mit einem blendenden Lichte. Durch

bloße Digestion in dunkler Wärme entwickelt sich, wie wir oben gesehen haben, schon Sauerstoffgas aus der oxydirten Salzsäure, und in diesem Gase brennen ebenfalls nun die Körper mit lebhaftem Lichte. Es ist also keinesweges wahrscheinlich, daß Lichtstoff zum Sauerstoffgas wesentlich gehöre, da hier bloß dunkle Hitze das Sauerstoffgas bildet, und dieses seinen luftförmigen Zustand wiederum unter ansehnlicher Lichtentwickelung verliert.

Also möchte das Licht beym Verbrennen aus dem brennbaren Körper zu kommen scheinen. Phosphor, welcher mit dem schönsten Glanze in Sauerstoffgas rasch verbrennt, und zugleich in Phosphorsäure verwandelt wird, eben dieser Phosphor läßt sich ohne allen Lichtschein in dieselbe Säure vermittelst der Salpetersäure verwandeln. Es entsteht dabey Salpetergas, und durch einen hinlänglichen Zusatz von Sauerstoffgas erhält man die vorige Salpetersäure wieder, ebenfalls ohne eine Spur von Licht. Dieser Kreislauf von Erscheinungen zeigt ebenfalls, daß Licht kein wesentlicher Bestandtheil des brennbaren Körpers sey, wodurch er brennbar oder oxydirbar werde.

Indessen scheint es doch vorzüglich auf den brennbaren Körper anzukommen, ob mehr oder weniger Licht bey der Oxydation oder dem Verbrennen entwickelt werde. Indem Salpetergas durch die Verbindung mit Sauerstoffgas zu Salpetersäure wird, entsteht sehr schnell ein flüssiger Körper, beide Stoffe verlieren ihre Gasform, sollten also, der gewöhnlichen Theorie nach, eine Menge Wärmestoff und Licht entwickeln, und doch geschieht dieses nicht. Hingegen wenn in derselben Menge Sauerstoffgas die gehörige Menge Phosphor verbrennt, so entwickelt sich viel Wärme und Licht, ungeachtet Phosphor ein fester Körper ist, und das Product der Verbindung ein flüssiger Körper, die Phosphorsäure.

Wir wurden schon oben durch eine Menge von Erscheinungen auf die Annahme eines Stoffes geführt, welcher wie die aus ne-

gativ und positiv verbundene Electricität sich als indifferent äußert, und überall, wo die farbigen Lichtstralen mit den wärmenden und auch wohl den chemischen verbunden werden, sich finden muß. Er mag sowohl in dem Sauerstoffgas als in dem brennbaren Körper vorhanden seyn, doch wohl weit mehr in dem letztern, wenn dieser ein fester Körper ist, weil solche weit mehr Licht zum Verschwinden oder zum Null bringen, als die flüssigen oder gasförmigen. Auch bemerken wir, daß die festen Körper beym Verbrennen das mehreste Licht entwickeln; wohl zu merken, wenn man gleich schnell verbrennende Körper mit einander vergleicht.

Bey dem Verbrennen entbindet sich ohne Zweifel die Wärme, wodurch der Sauerstoff seine Gasform erhält. Auch bey der Verbindung des Sauerstoffgases mit dem Salpetergase bemerkt man Wärme. Ich stelle mir nun die Sache so vor. Der entwickelte Wärmestoff vertheilt (um mich eines in der Lehre der Electricität gewöhnlichen Ausdrucks zu bedienen) Wärme und Licht in jenem Stoffe, welcher beiden zum Grunde liegt. Wärmende Stralen treibt er zuerst aus, dann folgen die rothen, dann die gelben, endlich die grünen und blauen Stralen u. s. w. An einer brennenden Wachskerze bemerkt man dieses sehr deutlich. Unten zeigen sich die blauen Stralen, dann folgen die gelben, an der Spitze der Flamme die rothen, und hierauf die wärmenden, wie man leicht fühlt. Daß die Spitze der Flamme die größte Hitze verursache, sieht man auch beym Gebrauch des Löthrohrs.

Bey der bloßen Erhitzung bemerkt man etwas Aehnliches. Zuerst entsteht eine dunkle Hitze, dann folgen die rothen Stralen beym Rothglühen, und nun die weißen beym Weißglühen, welche unstreitig eine Verbindung noch mancher rothen Stralen und der übrigen farbigen Stralen insgesamt ausmachen. Bey dem Verbrennen einer Kerze ist auch das Gelbe der Flamme sehr weiß,

weil alle übrigen Stralen damit vermengt sind *). Wenn der Phosphor in Sauerstoffgas verbrennt, sieht man ebenfalls ein weißes blendendes Licht, weil die Stralen einander so schnell folgen, daß das Auge sie nicht unterscheidet.

Gewöhnlich geschieht das schwache Verbrennen mit einer blauen Flamme, das starke mit einer weißen; ein Factum, welches Morgan schon bemerkt hat (Phil. Transact. V. 75 P. 2. Sammlung zur Physik und Naturgeschichte B. 4 S. 195). Indessen ist dieses doch nicht absolut richtig; brennender Weingeist entwickelt eine stärkere Hitze als die rothglühende Kohle eines Dochtes. Relativ kann mon es wohl annehmen. Man entzünde Weingeist in einem Geschirr, welches auf kaltem Wasser schwimmt, so bleibt die Flamme immer sehr blau; man koche ihn und entzünde ihn dann, so schlägt beym Kochen eine gelbe und rothe Flamme in die Höhe.

Bey den Farben des Lichts während des Verbrennens muß man auf zwey Umstände Rücksicht nehmen. Erstlich auf die Stärke, womit das Licht ausgetrieben wird, und dann auf die Anziehung des brennenden Körpers zum Licht. Die Brechung der Lichtstralen überzeugt uns von einer solchen Anziehung, und lehrt uns sogar, daß brennbare Körper das Licht stärker anziehen, als andere. Daher kommt es wohl, daß rothglühende Körper nur die rothen Stralen von sich lassen, bey stärkerer Hitze aber auch die übrigen, zu weißen vereint, von sich geben. Nur da, wo beide Kräfte in Gleichgewicht sind, erscheinen alle Farben der Flamme.

Indessen müssen wir hier noch bemerken, daß blaue und grüne Stralen einen größern Eindruck auf das Auge zu machen scheinen, als alle übrigen. Vorzüglich scheint zum Erkennen der rothen Stralen schon eine große Intension derselben erfoderlich. Sobald mehrere Stralen langsam einander folgen, so daß nicht eine blendende

*) Man betrachte sie durch ein Prisma, so findet man die Spitze der Flamme viel mehr roth, und zwischen dem Blauen und Gelben grün eingeschaltet.

Weiße entsteht, bemerkt man vorzüglich Blau und Grün. Der Weingeist giebt uns davon einen Beweis. Man löse die blaue Flamme desselben durch ein Prisma auf, so wird man alle Farben antreffen, ungemein schöne violette, nebst grünen, gelben und rothen, welche zeigen, daß eine Täuschung des Auges Statt fand, indem man nur blaue Farben sah. Hier ist nur eine geringe Anziehung des brennenden Körpers; daher findet man violette Stralen in Menge. In der Flamme einer Lichtkerze sind ihrer viel weniger vorhanden, wahrscheinlich weil sie von dem brennenden Körper zurückgehalten werden.

Vieles, was hier nur sehr hypothetisch scheinen möchte, wird durch die folgenden Betrachtungen und Versuche bewiesen werden. Uebrigens erklärt diese Theorie, auch nur auf diese Erscheinungen eingeschränkt, mehr Phänomene, als irgend eine mir bekannte.

§. 2.

Leuchten bey Erhitzung.

Die Beobachtung, daß viele Körper, im Dunkeln erhitzt, Licht vorher verbreiten, findet man zuerst bey Macquer (Wörterb. übers. von Leonhardi B. 4 S. 580). Dieser Versuche wurde selten gedacht, und sogar Wedgwood, welcher eine Menge ähnlicher Versuche anstellte, kannte seinen Vorgänger nicht (Phil. Transact. f. 1792. P. 1 p. 28. Gren's Journal der Physik B. 7 S. 45). Nach diesem wurde die Erscheinung bekannter, und Brugnatelli setzte noch einige Bemerkungen hinzu, um seine Theorie des Lichts zu unterstützen (s. Gilberts Annalen B. 4 S. 438).

Diese Erscheinungen zeigen die großen Analogien zwischen Wärmestoff und Licht. Man nimmt sie am besten wahr, wenn man eiserne oder irdene, ziemlich dicke Platten roth glühen und in einem dunkeln Zimmer so weit erkalten läßt, daß man kein Licht mehr

gewahr wird. Dann ſtreut man das gröblich geſtoßene Pulver des Körpers, den man prüfen will, auf die Platte.

Wedgwood führt ganz kurz an, dieſes Leuchten ſcheine auch in fixer und brennbarer Luft zu geſchehen. Ich nahm einen kleinen eiſernen Löffel, machte ihn glühend, ſtreute dann, als er dunkel geworden war, gepulverten Flußſpat darauf, und tauchte ihn ſchnell in eine mit Kohlenſäure gefüllte Flaſche. Die Kohlenſäure war aus Kreide durch Salzſäure entwickelt, und ich hatte bloß die während der Mitte der Operation entweichende Luft aufgefangen. Der Flußſpat leuchtete fort, ohne die mindeſte Abnahme. Auf eben dieſe Weiſe prüfte ich Stickgas aus gemeiner Luft durch Salpetergas bereitet, und noch wohl mit etwas Salpetergas gemengt, aber auch hier fand ich keinen Unterſchied im Leuchten.

Daß dieſe Verſuche den Erinnerungen ausgeſetzt ſind, welche Hr. von Humboldt bey der Anführung von Wedgwood's Verſuchen macht, läugne ich nicht. Allerdings kann eine kleine Portion Sauerſtoffgas unter der Atmoſphäre mit eingedrungen ſeyn. Aber es wäre doch ſonderbar, wenn in dem Falle, daß ein geringer Antheil Sauerſtoff in der Luft Verbrennen machte, der Lichtſchein nicht im geringſten vermindert würde, da Kohlenſäure auf alle wirklich brennende Körper ſo ſtark wirkt. Aber noch unwahrſcheinlicher wird Humboldts Vermuthung durch die Verſuche, welche Wedgwood ſchon angezeigt, daß nämlich Flußſpat und andere leuchtende Stoffe ſogar unter kochendem Oele und Schwefelſäure leuchten. Ich habe dieſe Verſuche oft mit demſelben Erfolge wiederhohlt. Man muß den Flußſpat, Marmor oder was man prüfen will, nur grob pulvern, und die Stücke in kochende Schwefelſäure werfen, oder, wenn ſie ſich nicht ſchnell auflöſen, kann dieſes ſogleich im Anfange vor dem Kochen geſchehen. Wenn die Säure recht erhitzt iſt, leuchten die Stücke durch und durch, aber man bemerkt keinen leuchtenden Dampf von der beſtändig aufſteigenden Flußſäure oder Kohlenſäure. Auch leuchten die wenig oder gar nicht angegriffenen Theilchen ſo

sehr, als die stärker angegriffenen. In diesen kochenden Flüssigkeiten läßt sich doch kaum ein Antheil von beygemengtem Sauerstoffgas erwarten.

Allein gerade die Substanzen, welche schon stark oxydirt sind, und durch das Feuer desoxydirt werden, leuchten oft sehr gut. Ich fand dieses an dem rothen Queckſilberoxyd (Mercurius praecipitatus ruber), der bläulich-weiße Funken sprüht, und auch an dem schwarzen Braunsteinoxyd, das an einzelnen Stellen helle Funken wirft. Wäre das Leuchten ein Verbrennen, so würden diese Stoffe nicht leuchten, wenigstens kein Licht zeigen, welches das Licht leicht oxydirbarer Stoffe übertrifft.

Ich habe viele Versuche gemacht, um die Ursache dieser Erscheinung zu erforschen. Wedgwoods und auch Macquers Bemerkungen sind nur an Substanzen angestellt, welche ihnen wahrscheinlich zur Hand lagen, ohne daß sie dabey einen bestimmten Plan befolgten. Auch habe ich manche anders gefunden.

Feuchtigkeit hindert das Leuchten nicht. Flußspat *) gepulvert mit Wasser, Weingeist, Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure angefeuchtet, leuchtet, nachdem die Feuchtigkeit verdampft ist, sehr schön, so auch während des Verdampfens.

Das Leuchten rührt nicht, wie die oben erzählten Versuche vermuthen ließen, von Sauerstoff her, welcher einen Bestandtheil des Körpers ausmacht. Oel leuchtet, wie schon Wedgwood erinnert, beym Kochen im Dunkeln. Schwefelkalk, welcher den Sauerstoff aus der Luft begierig an sich zog, leuchtete sehr stark. Bey vielen Metallen hingegen ist dieses Leuchten mit einem wahrhaften Verbrennen verbunden, denn die Metalle erscheinen nachher oxydirt. So leuchten Zinkfeile, Eisenfeile, Zinn, Wismuth, Arsenik.

---

*) Ich nahm dazu immer grünlich weißen derben blättrigen Flußspat von Marienberg in Sachsen.

Ueberhaupt kommt es auf die Säure nicht an. So leuchten vortrefflich schwefelsaures Kali und schwefelsaures Kupfer, aber wenig oder gar nicht schwefelsaures Natrum. Flußspat verliert beym Glühen seine leuchtende Eigenschaft, ohne daß nur einige Säure entwischt.

Da der blättrige Stinkstein von Bornholm mit Knistern und lebhaftem Funkensprühen leuchtete, so dachte ich, es möchte vielleicht die stinkende Beymischung das Licht verursachen. Aber Hepatit von Kongsberg leuchtete fast gar nicht. Blättriger Gyps von Ilmenau leuchtete etwas, aber der mit einem schwarzen Stoffe durchzogene vom Harze leuchtete nicht mehr. Blättriger Kalkstein von rein weißer Farbe leuchtete sehr schön.

Die Farbe trägt zur Farbe des Lichts nichts bey. Zwar leuchtet schwefelsaures Kupfer mit blauer Farbe, essigsaures mit grüner, aber die weiße Kreide von Rügen leuchtet schön roth, der grünliche Flußspat aus Sachsen leuchtet bläulich, bey stärkerer Hitze röthlich, und zuweilen purpurfarben.

Da nun Stoffe von äußerst verschiedener chemischer Beschaffenheit leuchteten, so verdiente die Erscheinung, daß sie durch Glühen fast alle ihre leuchtende Eigenschaft verlieren, besonders untersucht zu werden. Ich glühte gepulverten grünlichen Flußspat, welcher vorzüglich schön leuchtete, eine Stunde hindurch in einem hessischen Tiegel. Das Pulver erschien nun röthlich und leuchtete durchaus nicht mehr. Einen Theil davon legte ich ans Licht, einen andern an einen dunkeln Ort. Nach einigen Tagen leuchteten beide nicht, und ich glaubte schon, Wedgwood habe Recht, wenn er läugnet, daß diese Körper sich wie Lichtmagnete verhalten. Nach 12 Wochen prüfte ich jenes rothe Pulver, welches immer am Lichte gelegen hatte, und fand es leuchtend, einzelne Stückchen sprühten sogar Funken. Das in Papier gewickelte, lange an einem dunkeln Orte verwahrte Pulver leuchtete nur wenig.

Schwefelkalk, frisch bereitet, geglühete Austerschalen, nur wenig gebrannte Kreide, die noch mit Säuren braußte, leuchteten nicht, als sie bald nach dem Glühen geprüft wurden. Ich schloß sie in wohl verschlossene gläserne Röhren ein, legte sie ans Licht, und nach einigen Wochen leuchteten sie wieder.

Aus diesen Versuchen lassen sich die verschiedenen Beobachtungen erklären. Wedgwood bringt den vitriolisirten Weinstein, was die Stärke des Lichts betrifft, unter Nr. 4. Macquer hingegen sagt, daß er mit einem ausgezeichneten Lichte leuchte. So habe ich ihn gefunden, wenn er lange am Lichte gelegen hatte. Das schwarze Braunsteinoxyd gab mir bey den ersten Versuchen wenig Licht, obgleich Macquer dessen Glanz als sehr stark beschreibt, nachher fand ich einige Körner sehr stark, andere gar nicht leuchten. So fand ich auch das Leuchten desselben blättrigen Gypses sehr ungleich.

Das Leuchten der Körper in der Hitze rührt also daher, weil sie Lichtmagneten sind. Nur darf man sich nicht vorstellen, als ob das Licht eine chemische Verbindung, einen chemischen Tausch eingehe. Dieses widerlegt das salzsaure Silber, welches am Lichte geschwärzt, doch erhitzt, nicht im Dunkeln leuchtet; wenigstens nicht, wenn es bald nach der Färbung am Lichte geprüft wird.

Das Licht, indem es durch die Körper unaufhörlich unwirksam gemacht wird, häuft sich doch nach und nach auf ihnen als jener Stoff an, welcher sich wie die verbundenen Electricitäten nur dann erst zeigt, wenn er wiederum vertheilt wird. Die Wärme thut dieses, sie treibt wärmende und die übrigen gefärbten Stralen nach einander aus; sie zertheilt jenen Stoff in seine vorigen Bestandtheile. Diese Theorie wirft ein Licht auf eine Menge bisher noch nicht erklärter Erscheinungen.

Welche Körper sind es aber, die vorzüglich fähig sind auf diese Art Lichtmagnete zu werden? So viel ich aus der Vergleichung vieler Versuche finden kann, scheinen die krystalliniſchen Kör-

per von blättrigem Gefüge, von einigem Glanze und einiger Härte dieſe Eigenſchaft vorzüglich zu beſitzen. Eine Menge kryſtalliniſcher Mineralien, viele Salzkryſtalle, auch die glänzende Kohle, das glänzende ſtrahlige Braunſteinoxyd u. dgl. m. beſitzen dieſes Vermögen beſonders. Beſtätigt ſich dieſes Geſetz, ſo iſt die Erklärung aus unſern vorigen Sätzen leicht. In ſolchen glänzenden, harten, blättrigen Körpern liegen die Theilchen ſehr nahe an einander, und die zerſtreuten Stralen haben mehr Gelegenheit ſich zu vereinigen und zu jenem ruhenden Stoffe zu werden, welcher an der Oberfläche derſelben haftet.

Die Funken, welche entſtehen, wenn Kalk gelöſcht wird, oder wenn ſtarke reine Schwefelſäure auf gebrannte Talkerde gegoſſen wird, gehören ohne Zweifel zu dieſer Erſcheinung. Auch die Farben, welche beygemengte Körper der Flamme geben, ſind wohl ähnlichen Urſprungs; denn eſſigſaures Kupfer leuchtet für ſich erhitzt, oder andern brennbaren Stoffen beygemengt, mit einer und derſelben grünen Farbe. Aber die mancherley Farben, welche manche Stoffe dem Weingeiſt beym Brennen mittheilen, rühren vielmehr daher, weil durch ihre Beymiſchung die Temperatur vermehrt wird, wodurch die farbigen Stralen mehr entwickelt werden, wie wir oben gezeigt haben *).

Zu der Entwickelung des Lichts durch Wärme gehören endlich die Verſuche, welche holländiſche Chemiſten zuerſt über das Verbrennen des Schwefels mit manchen Metallen anſtellten. Man findet ſie in Kasteleyn's chem. en phys. Oefening. T. 17 p. 12 und in Crells Annalen 1793. 11. St. Dieſe Verſuche ſind mir auf die Weiſe, wie ſie Trommsdorf angeſtellt hat, wohl gelungen (Journal der Pharmac. B. 2 St. 2 S. 99), nur muß ich erin-

*) Auch das Leuchten bey der Compreſſion der Luft rührt ebenfalls von der Erhitzung her. S. Gilberts Annalen B. 18 S. 407.

nern, daß einmal bey dem Versuche mit Queckſilber eine Exploſion entſtand, welche das Glas entzwey ſchlug. Crell glaubt ſehr richtig, es werde bloß Licht entwickelt (a. a. O. St. 12). Van Mons meynt, der Schwefel halte Sauerſtoff. Dieſes iſt allerdings richtig, der gelbe Schwefel hat ſeine Farbe von Sauerſtoff; man bemerkt dieſes ſehr deutlich an dem Schwefelkalk, worin der Schwefel ſich grün und gelb färbt, ſo wie er an der Luft ſich oxydirt. Auch rührt wohl von dieſem Sauerſtoff der geringe Antheil Säure her, welchen Trommsdorf beobachtete. Aber die Verſuche dieſes Chemiſten ſind dagegen, denn Metalloxyde mit Schwefel zuſammengeſchmolzen entzünden ſich nicht. Wenn man indeſſen auch annehmen wollte, der Sauerſtoff verlaſſe den Schwefel, verbinde ſich mit dem Metall, bringe Entzündung hervor, und mache das Metall durch eine leichte Oxydation erſt geſchickt, ſich mit dem Schwefel zu verbinden, ſo iſt der Antheil an Sauerſtoff zu geringe, um eine ſolche Wirkung hervorzubringen. Noch weniger möchte Richters Vermuthung Grund haben, es werde Waſſer dabey zerſetzt.

Wenn wir dieſe Erſcheinung genau erwägen, ſo kommt folgendes heraus. Die Entzündung gelingt nur mit Metallen, und zwar mit ſolchen, welche mit dem Schwefel eine Verbindung eingehen. Die Entzündung entſteht plötzlich, in dem Augenblicke, wo ſich das Metall mit dem Schwefel verbindet; ſie dauert nur kurze Zeit, und iſt nachher nicht wiederum herzuſtellen. Das Product iſt geſchwefeltes Metall, nicht ſchwefelſaures Metalloxyd. Wahrſcheinlich geſchieht alſo im Augenblicke der Verbindung des Schwefels mit dem Metall eine Erhitzung, wie ſie bey vielen chemiſchen Verbindungen Statt findet, die dann einen Theil des Schwefels, wie auch des Metalls, (denn es ſprühen Funken umher) glühend macht. Ich rechne alſo die Erſcheinung zu dieſem §., zu den Lichtentwickelungen vermittelſt der Erhitzung.

per von blättrigem Gefüge, von einigem Glanze und einiger Härte diese Eigenschaft vorzüglich zu besitzen. Eine Menge krystallinischer Mineralien, viele Salzkrystalle, auch die glänzende Kohle, das glänzende strahlige Braunsteinoxyd u. dgl. m. besitzen dieses Vermögen besonders. Bestätigt sich dieses Gesetz, so ist die Erklärung aus unsern vorigen Sätzen leicht. In solchen glänzenden, harten, blättrigen Körpern liegen die Theilchen sehr nahe an einander, und die zerstreuten Stralen haben mehr Gelegenheit sich zu vereinigen und zu jenem ruhenden Stoffe zu werden, welcher an der Oberfläche derselben haftet.

Die Funken, welche entstehen, wenn Kalk gelöscht wird, oder wenn starke reine Schwefelsäure auf gebrannte Talkerde gegossen wird, gehören ohne Zweifel zu dieser Erscheinung. Auch die Farben, welche beygemengte Körper der Flamme geben, sind wohl ähnlichen Ursprungs; denn essigsaures Kupfer leuchtet für sich erhitzt, oder andern brennbaren Stoffen beygemengt, mit einer und derselben grünen Farbe. Aber die mancherley Farben, welche manche Stoffe dem Weingeist beym Brennen mittheilen, rühren vielmehr daher, weil durch ihre Beymischung die Temperatur vermehrt wird, wodurch die farbigen Stralen mehr entwickelt werden, wie wir oben gezeigt haben *).

Zu der Entwickelung des Lichts durch Wärme gehören endlich die Versuche, welche holländische Chemisten zuerst über das Verbrennen des Schwefels mit manchen Metallen anstellten. Man findet sie in Kasteleyn's chem. en phys. Oefening. T. 17 p. 12 und in Crells Annalen 1793. 11. St. Diese Versuche sind mir auf die Weise, wie sie Trommsdorf angestellt hat, wohl gelungen (Journal der Pharmac. B. 2 St. 2 S. 99), nur muß ich erin-

*) Auch das Leuchten bey der Compression der Luft rührt ebenfalls von der Erhitzung her. S. Gilberts Annalen B. 18 S. 407.

nern, daß einmal bey dem Versuche mit Queckſilber eine Exploſion entſtand, welche das Glas entzwey ſchlug. Crell glaubt ſehr richtig, es werde bloß Licht entwickelt (a. a. O. St. 12). Van Mons meynt, der Schwefel halte Sauerſtoff. Dieſes iſt allerdings richtig, der gelbe Schwefel hat ſeine Farbe von Sauerſtoff; man bemerkt dieſes ſehr deutlich an dem Schwefelkalk, worin der Schwefel ſich grün und gelb färbt, ſo wie er an der Luft ſich oxydirt. Auch rührt wohl von dieſem Sauerſtoff der geringe Antheil Säure her, welchen Trommsdorf beobachtete. Aber die Verſuche dieſes Chemiſten ſind dagegen, denn Metalloxyde mit Schwefel zuſammengeſchmolzen entzünden ſich nicht. Wenn man indeſſen auch annehmen wollte, der Sauerſtoff verlaſſe den Schwefel, verbinde ſich mit dem Metall, bringe Entzündung hervor, und mache das Metall durch eine leichte Oxydation erſt geſchickt, ſich mit dem Schwefel zu verbinden, ſo iſt der Antheil an Sauerſtoff zu geringe, um eine ſolche Wirkung hervorzubringen. Noch weniger möchte Richters Vermuthung Grund haben, es werde Waſſer dabey zerſetzt.

Wenn wir dieſe Erſcheinung genau erwägen, ſo kommt folgendes heraus. Die Entzündung gelingt nur mit Metallen, und zwar mit ſolchen, welche mit dem Schwefel eine Verbindung eingehen. Die Entzündung entſteht plötzlich, in dem Augenblicke, wo ſich das Metall mit dem Schwefel verbindet; ſie dauert nur kurze Zeit, und iſt nachher nicht wiederum herzuſtellen. Das Product iſt geſchwefeltes Metall, nicht ſchwefelſaures Metalloxyd. Wahrſcheinlich geſchieht alſo im Augenblicke der Verbindung des Schwefels mit dem Metall eine Erhitzung, wie ſie bey vielen chemiſchen Verbindungen Statt findet, die dann einen Theil des Schwefels, wie auch des Metalls, (denn es ſprühen Funken umher) glühend macht. Ich rechne alſo die Erſcheinung zu dieſem §., zu den Lichtentwickelungen vermittelſt der Erhitzung.

§. 3.

Leuchten beym Reiben.

Es ist eine alte Bemerkung, daß Quarz, Bergkrystalle und andere verwandte Körper beym Reiben, Stoßen, Zerschlagen u. s. w. im Dunkeln leuchten. Lichtenberg fand zuerst, so viel ich weiß, daß zwey Stücke Quarz an einander gerieben nicht allein unter Wasser, sondern auch unter Oel Licht von sich geben. Die genauesten Versuche über diesen Gegenstand hat Wedgwood in der oben (§. 2.) angeführten Abhandlung beschrieben. Das Resultat ist, auch hier bewirke die beym Reiben erzeugte Wärme das Leuchten, ungeachtet es noch nicht ausgemacht sey, wie dieses geschehe. Einige Bemerkungen über die Stahlsplittern, welche in verdünnter Luft durch einen Flintenstein abgeschlagen werden, hat Davy angestellt (s. Gilberts Annalen B. 17 S. 446).

Es ist wohl kein Zweifel, daß die Lichterscheinungen, welche man beym Reiben an Schleifsteinen und auf ähnliche Weise bemerkt, von Erhitzung herrühren. Hier ist offenbar die entstandene Hitze hinreichend, dergleichen hervorzubringen. So sprühen auch beym Drehen der Metalle, beym Kanonenbohren und in andern Fällen glühende Splittern umher. Ob aber die Lichtentwickelungen bey gelinderem Reiben, beym Schlagen, Zerbrechen u. dergl. hieher gehören, ist noch die Frage.

Wedgwood sagt, ein solches Licht scheine auch in andern Gasarten, als in atmosphärischer Luft entwickelt zu werden. Auf welche Weise er die Versuche angestellt habe, sagt er nicht. Ich habe keine sichere Vorrichtung gehabt, um solche Versuche anzustellen, auch möchte sie wohl schwer zu verfertigen seyn. Die Erfahrung, daß Steine, unter Oel oder Wasser gerieben, Licht verbreiten, wie ich oft selbst gesehen habe, macht es höchst wahrscheinlich, daß der Sauerstoff der Atmosphäre hiebey keine Wirkung äußere, und daß Wedgwoods Behauptung an sich wahr seyn möge.

Man sollte nicht glauben, daß Hitze die Ursache des Leuchtens sey, da Wasser sogleich den geriebenen Stein wiederum abkühlen würde. Wedgwood sagt, Wasser kühle zwar den erhitzten Stein, hindere aber nicht die Entstehuug der Wärme. Wäre dieses richtig, so müßte die Temperaturerhöhung plötzlich geschehen, was wohl nicht anzunehmen ist, denn geschähe sie nach und nach, so sieht man nicht ein, warum Wasser nicht abkühlen sollte.

Das Licht, welches solche geriebene Körper entwickeln, ist kein solches Leuchten, kein Funkensprühen, sondern ein heller Schein, gleich einer auflodernden Flamme, die bald verschwindet. Es ist schon durch das Ansehen ganz von dem Leuchten durch Erhitzung verschieden.

Ich nahm kupferne, zinnerne und zinkene Stangen, und rieb sie im Dunkeln an einer eisernen Feile. Die Hitze wurde bald sehr merklich, verbreitete sich sogar über einen Zoll von der geriebenen Stelle an in die Höhe. Dessen ungeachtet bemerkte man nicht den geringsten Lichtschein.

Zwey flache Stücke vom blättrigen Fluß, welcher erhitzt vortrefflich leuchtete, gaben, im Dunkeln an einander gerieben, schwache Hitze. Hingegen zwey Stücke Bergkrystall, welche erhitzt und auf die gewöhnliche Weise geprüft, wenig leuchteten, gaben beym Reiben sehr auffallende Lichtblitze.

Dieselben Stücke erhitzte ich so stark über Kohlen, daß ich sie kaum halten konnte, und rieb sie im Dunkeln. Der Schein, welchen sie verbreiteten, war im geringsten nicht stärker, als der Schein, welchen sie beynahe bis zum Gefrierpunct erkältet, auf dieselbe Weise gezeigt hatten.

Zwey anhaltend geriebene Quarzstücke wurden auf Electricität an einem Bennetschen Electrometer geprüft, zeigten aber nicht die mindeste Spur davon. Hierin stimmten also meine Versuche mit Wedgwoods Versuchen, so wie in den übrigen Beobachtungen welche er anführt, völlig überein.

Ich rieb ein Stück Bergkrystall, welches an einem andern gerieben im Dunkeln vortrefflich leuchtete, auf Wolle im Dunkeln sehr anhaltend. Es zeigte nicht den geringsten Schein. An ein Bennetsches Electrometer gehalten, gab es sogleich die deutlichsten Zeichen einer ziemlich starken, positiven Electricität.

Ich glaube gezeigt zu haben, daß die Ursache dieser Erscheinung beym Bergkrystall, wo man sie am auffallendsten bemerkt, weder in der Electricität noch in der Erhitzung liegt. Auch weiß ich keine andere Ursache, als das Reiben selbst, anzugeben. Da nun Reiben für sich Wärme zu entwickeln im Stande ist, da es ferner die Electricität hervorbringt, oder vielmehr die eigenthümliche Electricität in positiv und negativ trennt, so ist es gar nicht auffallend, daß es auch Licht aus den Körpern zu treiben vermag. Wahrscheinlich zersetzt es den oben von uns angenommenen Stoff in Licht und Wärme, wovon aber die letzte nicht sehr merklich ist. Denn offenbar sind wir im Stande, geringere Grade von Licht zu empfinden, als dergleichen Grade der Wärme zu messen, da alle unsere Instrumente in dieser Hinsicht höchst unvollkommen sind. Auch muß das Licht schon darum weit leichter zu merken seyn, als Wärme, weil wir einen lichtleeren Raum wohl machen können, aber von der Darstellung eines wärmeleeren Raumes noch weit entfernt, nur den Zuwachs derselben erforschen müssen.

§. 4.

Lichtsaugende Körper.

Es ist eine äußerst bekannte und sehr gemeine Erfahrung, daß glühende Körper einige Zeit im Dunkeln fortfahren zu glühen. Körper thun dieses, wobey auf keine Weise an Verbrennung zu denken ist, glühendes Glas, glühender Bergkrystall und dergl. Daß Wärmestoff und Licht in einen solchen Körper eindringen, läßt sich wohl annehmen, aber es muß sonderbar scheinen, daß

beide Stoffe langsam wieder herausdringen. Denn jeder Körper erscheint in dem Augenblicke, wo fremdes Licht ihn im Dunkeln erleuchtet, sogleich in seiner ganzen Gestalt mit seiner eigenthümlichen Farbe, und man bemerkt in dem Zeitraume einiger Secunden nicht die geringste Aenderung. Hätte man dieses früher erwägt, so würde man schon eher auf eine eigenthümliche Lichtentwickelung gefallen seyn.

Auch hier ist die eigenthümliche Vertheilung eines Stoffes, welcher sich in diesem Körper befindet, sehr wahrscheinlich. Die Wärme, welche beym Glühen mit eingedrungen war, setzt ihr Geschäft noch immer fort, sie vertheilt den ursprünglichen Stoff in Wärme und Licht, treibt Wärmestoff nebst den ihm verwandten Stralen aus, zieht hingegen die abgekehrten Stralen an.

Man wird zwar einwenden, daß, unter diesen Umständen, jener eigenthümliche Stoff bald erschöpft seyn werde, so wie wir gesehen haben, daß Glühen den Körpern das Vermögen raubt, in der Hitze zu leuchten. Aber man muß auch bedenken, daß beym Glühen jener Stoff wiederum erzeugt werden kann, indem Wärme und Licht sich verbinden.

Indessen mag man sich diese Erscheinung auf diese Weise erklären, oder auf die zuerst in diesem §. angegebene; gewiß ist es wohl, daß die Erscheinung des Lichteinsaugens von diesem Phänomen sich durchaus nicht unterscheidet. Beccari hat die Einsaugung des Lichts entdeckt, und darüber zwey Abhandlungen geschrieben, welche öfter angeführt, als gelesen sind (Comment. Instit. Bonon. T. 2 P. 2 p. 136, und P. 3 p. 498). Er bemerkte, daß die dem Lichte ausgesetzten Körper im Dunkeln noch einige Secunden leuchten. Um dieses zu beobachten, ist es nothwendig, daß man das Auge eine geraume Zeit vorher (Beccari verlangt eine halbe Stunde) geschlossen hatte, um es für das Licht empfänglich zu machen. Die Körper müssen aus dem Hellen schnell ins Dunkle gebracht werden, weil das Leuchten oft nur kurze Zeit dauert, in

der Regel nur 2 bis 8 Secunden. Zuerst hatte er eine besondere Vorrichtung ersonnen, nachher vereinfachte er diese sehr. Ein kleines Zimmer wurde aufs äußerste verfinstert, und eine kleine Oeffnung gelassen, die mit dickem schwarzen Tuche beschlagen war, unter welchem man den zu prüfenden Körper schnell heraus ans Tageslicht, und eben so schnell wiederum zurückbringen konnte. Ueberhaupt genommen leuchteten weiße Körper am besten, besonders die weniger durchsichtigen. Fast alle Körper leuchteten, nur nicht Metalle und Flüssigkeiten.

Wärme befördert dieses Leuchten sehr. Ein Papier über einen Rost gespannt, worunter glühende Kohlen sich befinden, dann schnell ans Licht und wiederum ins Dunkle gebracht, leuchtet an den Intervallen, welche nicht die Roststäbe bedeckten. Beccari sagt, man könne dieses als einen Beweis der Identität des Lichts und der Wärme anführen, wenn nur nicht die letztere sich sogleich über das ganze Papier verbreitete. Aber Beccari bedachte nicht, daß Papier ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, wo die Wärme lange an einer und derselben Stelle haftet.

Aus allem diesem ist offenbar, daß die Körper von dem Tageslichte, verbunden mit der Wärme der Luft, in eine Art von schwachem Glühen gebracht werden, welches eine kurze Zeit im Dunkeln fortdauert. Tageslicht bringt Wärme hervor, welche die empfindlichsten Thermometer anzeigen. Es bringt auch Licht hervor, wie die eben erzählten Versuche lehren. Also ein wahres nur schwaches Glühen findet hier Statt.

Aber warum, wird man fragen, findet eine Lichtentwickelung bey mäßiger Wärme nicht ebenfalls Statt? Die Antwort ist leicht, dann geschieht eine Vertheilung nur von Seiten der Wärme, sonst auch von Seiten des Lichts.

Da nun diese Erscheinungen in einer so genauen Analogie mit dem Glühen stehen, so liefern sie keine neue Ansichten für die Lehre vom Licht. Verschiedene der angeführten Versuche habe ich

wiederhohlt und richtig befunden. Auch setzte ich ein Stück Papier dem Lichte eines Brennglases von rothem Glase aus, fand aber im Dunkeln eher ein bläuliches als rothes Licht ausströmen. Doch rechne ich auf diesen Versuch nicht, da es schwer war, über das schwache Licht etwas bestimmtes anzugeben.

Ueberhaupt erfodern Versuche dieser Art manche Behutsamkeit. Beym Schließen des Auges kann ein geringer Druck desselben manche Veränderungen im Lichte und den Farben des gesehenen Körpers beym Oeffnen der Augen erzeugen.

§. 5.

Phosphore.

Es giebt zweyerley Arten von Phosphoren, nämlich eigentliche Phosphore, welche wegen eines schwachen Verbrennens, ohne zu zünden, im Dunkeln leuchten, und Lichtmagnete, welche ohne Verbrennen im Dunkeln leuchten.

Zu den eigentlichen Phosphoren gehört der kurz sogenannte Phosphor, oder Urinphosphor, auch könnte man hieher den Schwefel rechnen, welcher, ohne Schießpulver anzuzünden, sich bey einer gelinden Wärme im Dunkeln mit einer blauen Flamme verbrennen läßt. Ferner muß ich das Arsenikmetall hieher bringen, welches ebenfalls im Dunkeln mit einer schönen blauen Flamme auf einer erhitzten eisernen Platte verbrennt.

Es darf wohl nicht erwiesen werden, daß Phosphor nur leuchtet, weil er verbrennt. Er leuchtet, wie jezt überall angenommen ist, durchaus nicht in reiner Kohlensäure, reinem Stickgas u. s. w.; er wird beym Leuchten durch Sauerstoffgas zur Säure. Allein eine geringe Beymischung von Sauerstoffgas ist auch hinreichend, wie der Streit über Göttlings Berichtigung der antiphlogistischen Theorie gelehrt hat, ihn zum Leuchten zu bringen.

Es ist indessen wohl zu merken, daß Wasser, obgleich mit gemeiner Luft geschwängert, sowohl kalt als warm das Leuchten des Phosphors verhindert. Ich habe diese Versuche sowohl mit reinem Wasser, als mit solchem angestellt, worin Kochsalz, Salpeter oder Glaubersalz aufgelößt war. Wird der Phosphor stark erhitzt, so leuchten die Dämpfe über dem Wasser, nie aber der Phosphor unter demselben. Die Phosphordämpfe müssen also so fein seyn, daß sie durch das Wasser dringen können, ohne Bläschen zu bilden. Das Sauerstoffgas, was dem Wasser beygemengt ist, vermag also auf keine Weise den Phosphor zu verbrennen.

Die Lichtmagnete kann man wiederum eintheilen in eigentliche Lichtmagnete, welche nicht leuchten, wenn sie nicht dem Lichte ausgesetzt waren, und in solche, wovon dieses noch nicht ausgemacht ist. Zu den ersten gehören die erdigen Lichtmagnete, zu den zweyten die faulenden leuchtenden Körper. Es ist indessen sehr wahrscheinlich, daß die letztern ebenfalls Licht einsaugen. Humboldt führt die Bemerkung an, daß man in den Gruben der Bergwerke nie faules leuchtendes Holz finde, als dort, wo einigermassen Licht hinkommen könne. Es ist mir nie gelungen, in völlig dunkeln Kellern Heringe zum Leuchten zu bringen, und faules Fleisch fand ich nur an halb erleuchteten Orten.

Ueber diese Körper sind in neuern Zeiten eine Menge Versuche gemacht worden. Ich will die Versuche von Scherer (Trommsdorff Journ. der Pharmac. B. 2 St. 2) Gärtner (Scherers Journ. B. 3 S. 3), Spallanzani (Gilberts Annalen B. 1 S. 33), Carradori (das. S. 205), Humboldt (Versuche über den Luftkreis S. 193), Böckmann (Scherers Journ. B. 5 S. 3) und Hulme (Scherers Journ. B. 8 S. 422, Gilberts Annalen B. 12 S. 129, 292, 224) hier anführen. Meine Versuche, welche ich mit faulem Holze, faulem Fleische, faulen Fischen und dem Bolognesischen Phosphor, nach Marggrafs Weise bereitet, angestellt habe, kommen ganz mit denen von Böckmann und Hulme überein. Auch

hat der letztere sehr richtig erinnert, daß man viele dieser Substanzen nicht faulend nennen könne, da sie weder einen fauligen Geruch noch ein fauliges Ansehen haben. Ich will zu den Bemerkungen der beiden angeführten Schriftsteller, auf welche ich mich berufen muß, einige Bemerkungen liefern.

Alle diese Lichtmagnete zeichnen sich durch besondere Consistenz aus; sie sind glänzend, gleichsam schuppig und weiß. Das faule Holz hat an den Stellen, wo es leuchtet, eine weißere, mehr compacte, ebene Textur; das leuchtende Fleisch, sowohl von Fischen als Rindfleisch ist ebenfalls weißer, gleichsam schuppig und wallrathähnlich geworden; die leuchtende Flüssigkeit der Johanniswürmchen läßt sich schlüpfrig und schuppig anfühlen; alle erdigen Phosphore leuchten bloß da, wo sie glatter, dichter und glänzender sind, als die übrige Masse. Diese Consistenz hervorzubringen, scheint eben die größte Schwierigkeit. Was die sogenannten faulen leuchtenden Stoffe betrifft, so sind wir bey ihrer Bereitung noch ganz dem Zufalle überlassen. Es ist mir nicht gelungen, an andern Stellen, als da, wo es einmal geschehen war, leuchtendes Holz, leuchtendes Fleisch u. dgl. hervorzubringen, und man kann nur im Allgemeinen sagen, daß dazu einige Feuchtigkeit, einige Wärme, und einige (doch nicht völlige) Dunkelheit erfodert werde. Faules leuchtendes Fleisch habe ich nie, als in warmen Sommernächten gefunden. Unstreitig findet bey diesen organischen Körpern eine andere Vertheilung der Bestandtheile Statt; vielleicht verbindet sich der Wasserstoff genauer und besonders mit dem Kohlenstoff. Doch dieses ist nur Hypothese. Auch die Bereitung der erdigen Phosphore mißglückt sehr oft, und gelingt nur unter kleinen Handgriffen und Umständen, die man nicht genau bestimmen kann. Alle Schriftsteller reden, als ob diese Lichtmagnete leicht zu bereiten wären; — ein Beweis, daß sie solche nicht nachgemacht haben — nur Scherer erzählt aufrichtig die Schwierigkeiten, welche er bey der Bereitung von Cantons Phosphor fand (s. Grens Neues Journ. d. Phys. B. 1 S. 323).

Alle diese Phosphore, soviel ich untersucht habe, leuchten in der Wärme stärker als in der Kälte; zu große Hitze bringt sie aber sogleich zum Erlöschen. Von Cantons Phosphor zeigt dieses Hulme. Ich legte leuchtendes Holz auf eine erhitzte Platte; es leuchtete plötzlich stark auf, und erlosch gleich nachher. Eben so geschah dieses mit dem Bologneſischen Phosphor und mit faulem Fleisch. Cantons Phosphor da, wo er nicht leuchtete, auf eine erhitzte Platte gestreuet, leuchtete sogleich sehr schön, verlosch aber sehr schnell. Die Flamme war in allen Fällen von derselben Farbe.

Beccarias Versuche, daß die Lichtmagnete mit derselben Farbe leuchten, welche sie eingesogen haben, sind mir so wenig als Scherern gelungen.

Es ist durch Böckmanns und Hulmes Versuche ausgemacht, daß diese leuchtenden Substanzen auch in Gasarten fortleuchten, welche keinen Sauerstoff enthalten, und daß durch ihr Leuchten das Sauerstoffgas nicht merklich vermindert werde. Die Zeit aber, in welcher sie darin verlöschen, hat mir sehr verschieden geschienen. Es scheint dabey auf mancherley Nebenumstände, als Feuchtigkeit der Gasarten u. dgl. anzukommen. Das fortgesetzte Leuchten unter Wasser und Oelen, besonders das stärkere Leuchten unter Wasser, worin mancherley Salze aufgelöst sind, beweist noch mehr, daß bey diesem Leuchten kein Verbrennen Statt finde. Humboldt meint zwar, ein Minimum von Sauerstoffgas sey hinreichend zur Hervorbringung eines geringen Verbrennens, und beruft sich auf die Färbung der blauen Säfte durch eine geringe Menge von Säure. In dieser Rücksicht stellte ich die oben angeführten Versuche mit Urinphosphor an, welche lehrten, daß dieser unter Wasser, worin Salze aufgelöst waren, durch keinen Grad von Wärme zum Leuchten zu bringen sey. Ja, faules Holz und faules Fleisch leuchten unter Salzwasser stärker als in der Atmosphäre. Dieses ist ganz unerklärlich, wenn man annimmt es geschehe hiebey ein Verbrennen.

Säuren verlöschen die erdigen Phosphore sogleich, wie sich erwarten läßt. Auch die aus organischen Körpern werden durch concentrirte Säuren sogleich ausgelöscht. Verdünnte Säuren und oxydirte Salzsäure thun dieses in gewisser Masse auch; aber wenn ich die Augen sehr nahe brachte, so sah ich doch das faule Holz in oxydirter Salzsäure, in verdünnter Salzsäure und Salpetersäure noch leuchten.

Aus den Versuchen der erwähnten Schriftsteller und der gemachten Bemerkungen ist wohl klar, daß diese Erscheinung mit der oben abgehandelten dem Leuchten durch Erhitzung die größte Analogie habe. Nur geschieht hier die Lichtentwickelung bey einer viel geringern Temperatur. Wärme ist hier, wie dort das Mittel zum Leuchten. Die Erklärung ist also völlig dieselbe. Diese Substanzen saugen Licht ein, oder vielmehr es wird an ihnen Licht zu jenem Stoffe verwandelt, dessen chemische Gegenwart man nicht gewahr wird; Wärme vertheilt sie und verursacht dadurch Entwickelung von Licht, und wahrscheinlich auch von Wärme. Aber unsere Wärmemesser sind viel zu unempfindlich, um diese anzugeben.

Ich getraue mir nicht zu sagen, unter welchen Umständen die Körper Licht einsaugen, und was verursacht, daß dieses bald durch geringe, bald nur durch eine starke Wärme entwickelt wird. Die Consistenz scheint etwas hiebey zu thun, doch aber wohl diese nicht allein, sondern auch die innere Beschaffenheit des Körpers selbst. Wir wissen eben so wenig, warum manche Körper leicht, manche schwer electrisch werden; warum manche gute, manche schlechte Leiter, und manche sogar Nichtleiter sind.

Zuletzt muß ich noch eine Bemerkung über das Leuchten des Seewassers machen. Es ist hier nicht der Ort, die verschiedenen Meynungen der Schriftsteller hierüber anzuführen, ich will nur meine Beobachtungen darüber hersetzen. Alles Leuchten des Seewassers, was ich in der Nordsee, im Kanal an den englischen

Küſten, und an den ſpaniſchen Küſten beobachtet habe, rührt von kleinen gallertartigen Körpern her, welche ganz durchſichtig, völlig rund ſind, und etwa eine halbe Linie im Durchmeſſer haben. Sie leuchten noch eine Zeitlang auſſer dem Waſſer auf der Hand, verlöſchen aber bald und leuchten dann, in das Waſſer geſetzt, worin ſie ſich vorher befanden, nicht mehr. In ſüßem Waſſer hören ſie bald auf zu leuchten. Auch mit einer ziemlich ſtarken Loupe konnte ich keine Spur von Gliedmaßen, von Mündöffnungen u. dgl. entdecken. Sie ſchienen Eyer zu ſeyn, und ich vermuthe, daß ſie Eyer von Quallen (Medusae) ſind, welche ſelbſt zuweilen leuchten.

Vierter Abschnitt.

Verhältnisse des Lichts zu andern Körpern.

§. 1.

Materialität und Charaktere des Lichts.

Das Licht hat, wie wir gesehen haben, gewisse eigenthümliche Charaktere, wodurch es sich von allen andern Gegenständen unterscheidet. Es leuchtet; es entfernt den Sauerstoff und den Wasserstoff aus manchen Körpern, und zwar leichter als dieses der Wärmestoff thut.

In so ferne wir dem Lichte diese Eigenschaften zuschreiben, Eigenschaften, wodurch es sich vor allen andern Gegenständen auszeichnet, nehmen wir es als Materie an. Aber diese Materie ist ein unbekanntes Wesen, = x, gleichsam nur der Vereinigungspunct jener Eigenschaften. Weder das Gewicht, noch der Widerstand, noch ein chemischer Tausch, wodurch es andere Materien ersetzt, oder von andern ersetzt wird, geben ihm einen Rang unter den andern bekannten Materien.

Auch können wir nicht für oder wider eines der beiden erdachten Systeme das Emanationssystem oder das Vibrationssystem einen bestimmten Beweis führen. Man kann sich alle Erscheinungen einfach durch Emanation erklären, künstlicher durch Vibration. Es können allerdings Vibrationen die Trennung mancher Bestandtheile zur Folge haben, und die chemischen Erscheinungen liefern uns hier nichts, was schwerer zu erklären wäre, als die übrigen Erscheinungen des Lichts.

Doch wir haben es mit jenen Hypothesen nicht zu thun. Wir haben versucht, alle Erscheinungen auf einige wenige Gesetze

zu bringen, und Analogien aufzusuchen, wodurch wir sie andern Erscheinungen anreihen können. Sie sind folgende.

Das Licht besteht aus Stralen von verschiedener Brechbarkeit, aus dunkeln Wärmestralen, aus farbigen Stralen, und dunkeln, kalten Stralen. Alle zusammen genähert bilden sie das weiße Licht. Innig verbunden machen sie ein indifferentes Wesen, = o. In diesem Zustande haftet es an der Oberfläche des Körpers. Jeder einzelne Stral vertheilt dieses Wesen, treibt die gleichnamigen Stralen aus, zieht die ungleichnamigen an. Das Licht hat ein Bestreben, den Sauerstoff und den Wasserstoff aus den Körpern zu treiben; überhaupt genommen wirken in dieser Rücksicht die dunkeln, kalten und nahgelegenen Stralen schneller und leichter, die dunkeln, warmen und nahgelegenen später und stärker.

Dieses sind die Gesetze und Analogien, nach welchen sich die Erscheinungen des Lichts erklären lassen. Will man jetzt noch tiefer dringen, so verirrt man sich in das Reich der Fictionen.

§. 2.

Verschiedenheiten des Lichts.

Das Sonnenlicht bringt allein chemische Wirkungen hervor, das Mondenlicht und das Licht der übrigen leuchtenden und brennenden Korper leisten nicht dasselbe. Indessen sind doch diese auch viel schwächer.

Jedes Licht, es mag seyn von welcher Art es will, läßt sich in farbige Stralen auflösen, wie leichte Versuche mit dem Prisma beweisen. Nur sind die dunkeln, sowohl wärmenden als kalten Stralen in manchen so schwach, daß sie durch die unvollkommenen Instrumente, die wir zu ihrer Erkennung besitzen, nicht wahrgenommen werden. Das feinste Instrument, das Auge, versagt uns dabey seine Dienste.

Da wir ferner bemerken, daß Körper an den Sonnenstralen die Eigenschaft erlangen, im Dunkeln und durch Erhitzung zu leuchten, da das Licht, welches sie dann verbreiten, sich eben so verhält, als das Licht der leuchtenden und brennenden Körper überhaupt, so dürfen wir wohl schließen, daß alle Unterschiede des Lichts nur von der Stärke und Schwäche desselben herrühren.

§. 3.

Verhältnisse zum Wärmestoff.

Ist Wärme und Licht einerley? Die Beantwortung dieser Frage wird nach unsern bisherigen Untersuchungen sehr leicht. Man kann ja und nein darauf antworten, nachdem man die Frage versteht.

Sie ist nicht einerley mit dem Licht. Die Wärmestralen machen einen Theil des Lichts aus; aber so wenig es bisher gelungen ist, den rothen in den gelben, den gelben in den blauen Stral zu verwandeln, so wenig kann man Wärme in Licht verwandeln. Das Licht hat, wie wir gesehen haben, Eigenschaften, welche dem Wärmestoff mangeln, dieser hat wiederum viele, welche wir an dem Lichte nicht bemerken. Schon die Verbreitungsart des Wärmestoffs in den Körpern, die Art, wie er geleitet und gebunden wird, zeigt auffallende Verschiedenheiten.

Aber umgekehrt ist Wärmestoff von Licht so wenig unterschieden, als der violette Stral vom rothen. Beide zeigen in dem Eindrucke, welchen sie auf die Sinne machen, auch in ihren chemischen Wirkungen auffallende Verschiedenheiten. Der Wärmestoff wirkt durchaus analog mit dem Lichte, er kann sich ferner auf dieselbe Art verbreiten. Will man ihn eine Modification des Lichts nennen, so irrt man nicht, nur erfodert dieser Ausdruck einige Erläuterung.

Worin aber der innere Unterschied zwischen dem rothen und gelben Stral u. s. w. so wie zwischen Wärmestralen und farbigen

Stralen bestehe, läßt sich nicht angeben, wenn man sich nicht in überflüssige Hypotheſen verlieren will.

§. 4.

Verhältnisse zur Electricität.

Die electrische Materie verbreitet Licht, indem sie durch Nichtleiter geht, oder durch Leiter, welche sie nicht ganz aufzunehmen im Stande sind. Dieses ist eine bekannte Sache. Wenn man Glas mit kleinen Quadraten von Stanniol belegt, welche kleine Zwischenräume lassen, so erscheint der Funken überall nur an jenen Zwischenräumen, wo er von einem Leiter zum andern über Glas, einem Nichtleiter, hinfahren muß.

Es würde zu weitläuftig seyn, über die Lehre von der Electricität ausführliche Untersuchungen anzustellen. Nur die eine Frage verdient hier beantwortet zu werden: ob das Licht, welches der electrische Funke zeigt, ihm eigenthümlich sey, oder erst aus den Körpern, durch welche er geht, entwickelt werde. Beym ersten Blicke scheint es unwahrscheinlich, daß Licht aus den andern Körpern entwickelt werde, da positiv- und negativ-electrische Körper in einem und demselben Nichtleiter verschiedne Lichterscheinungen veranlassen. Aber dieses könnte doch von der verschiedenen Art, wie diese Electricitäten wirken, herrühren.

Wenn die Körper, welche erhitzt, leuchten, dieses ebenfalls und mit demselben Lichte thun, indem der electrische Funke durch sie geht, so läßt sich wohl schließen, das Licht rühre aus dem Körper her. Denn wir haben gezeigt, daß auf diese Art leuchtende Körper ihr Licht eingesogen haben. Unter diesen Körpern steht der Flußspat oben an. Ich streute grobgestoßenen grünlichen Flußspat auf Glas, und ließ den Schlag einer Batterie von 12 Quadratfuß Belegung hindurchgehen. Der Erfolg war sehr überraschend. Mit dem schönsten bläulichen Lichte fing der Flußspat

an zu phosphoresciren, und das Licht dauerte 5 Minuten anhaltend fort, bis es endlich nach und nach erlosch. Geglühter Flußspat phosphorescirte kurz vorher geglüht eben so wenig, als durch Erhitzung. Kreide, welche erhitzt schön leuchtete, phosphorescirte ebenfalls auf diese Weise über eine Minute. Blättriger Kalkstein, Cantons Phosphor und der Bolognesische Phosphor, welche nur noch schwach leuchteten, vermehrten ihr Licht, auch Stücke schwach leuchtendes Holz. Aber rothes Queckſilberoxyd leuchtete nicht, zeigte sich indessen als einen Nichtleiter, da die Ketten um den Schlag durchzuführen viel mehr genähert werden mußten, als bey den vorigen Substanzen. Körper, welche erhitzt nicht leuchteten, thaten dieses ebenfalls electrisirt nicht.

Diese Versuche machen es höchst wahrscheinlich, daß das Licht bey allen electrischen Erscheinungen aus den Körpern kommt, welche electrisirt werden. Electricität wirkt hier im Ganzen wie Wärme, nur die Leitungsfähigkeit der Körper verursacht einige Unterschiede. Leiter, weil sie zu schnell die Electricität über die Oberfläche wegführen, und Nichtleiter, welche ihrem Durchgange völlig widerstehen, leuchten nicht *).

Auf das salzsaure Silber wirkte die Electricität gar nicht. Ich ließ den Funken oft durchfahren und starke Schläge hindurchgehen. Es leuchtete nicht und blieb von derselben reinweißen Farbe. Wäre Licht ein Bestandtheil der Electricität, so sollte man vermuthen, daß sie auf diesen empfindlichen Lichtprüfer wirken würde.

Das Licht sowohl als die Wärme scheinen durch die Electricität nur entwickelt, nicht hervorgebracht zu werden. In einem hohen Grade der Electricität kann die Hitze so stark werden, daß sie Körper schmilzt und mit Hülfe des Sauerstoffgases oxydirt.

*) Daher leuchtet auch verdünnte Luft stärker als dichtere, in welcher sich nur ein Funke zeigt.

2370814

Doch wir wenden uns zu den merkwürdigen Wirkungen der Electricität, welche unter dem Namen des Galvanismus bekannt sind.

§. 5.

Verhältnisse zum Galvanismus.

Durch Volta's Versuche ist es ausgemacht, daß die galvanischen Erscheinungen bloße Wirkungen der Electricität sind. Es ist ferner ausgemacht, daß am Zinkpole der Voltaischen Säule positive, am Silber- oder Kupferpole negative Electricität entwickelt wird, wenn nämlich die Ordnung der Platten Zink, Kupfer, feuchter Leiter ist.

Wir haben es hier bloß mit den Lichterscheinungen an der Voltaischen Säule zu thun. Doch muß ich die Wirkungen auf das Organ, die Lichterscheinungen im Auge ausschließen, da sie nur zeigen, daß auch hier positiv und negativ entgegengesetzt sind, übrigens aber nichts für die Natur des Lichts daraus folgt. Die Art, wie Reitze auf unsere Organe wirken, gehört zu einer ganz andern Untersuchung, welche mit der jetzigen kaum etwas gemein hat. Für die Lehre von dem Organismus mag dieses sehr wichtig seyn, aber wir müssen erstlich das zu erforschen suchen, was mehr am Tage liegt, und von welchem man auf das Unbekannte schließen kann.

Es giebt Funken von zweyerley Art an der Voltaischen Säule, obgleich von einem und demselben Ursprunge. Einige verbrennen, andere leuchten bloß. Jene bemerkt man nur an starken Säulen, und ihre Wirkungen sind sehr groß. Trommsdorff hat über diese die ersten bedeutenden Versuche angestellt. Man kann sehr leicht das Verbrennen des Goldes beobachten, wenn man ein Stückchen Blattgold zwischen zwey Kartenblätter gelegt mit einer kleinen Zange faßt, diese mit dem untern Pole der Säule verbindet, und nun

das Blattgold an den obern Pol bringt. Es entzündet sich schnell, versengt das Kartenblatt und läßt darauf die Spuren der Oxydation von Purpurfarbe zurück. Auch verbrennt Zink in kleinen Stücken sehr deutlich und giebt Zinkblumen.

Doch bemerkt man auch Funken ohne alle Spur von Verbrennen. Es ist dazu allerdings erfoderlich, daß der untere Pol mit dem obern durch einen Leiter verbunden werde, aber dieser muß bey schwachen Säulen keiner der besten seyn, damit nicht die Electricität zu schnell über ihm fortgehe. Daher kann man durch Eisen am leichtesten Funken hervorlocken; ja Eisendrath erregt schon Funken an einer äußerst schwachen Säule. Um hingegen Funken durch Silberdrath oder Messingdrath hervorzulocken, muß die Wirkung der Säule schon bedeutend seyn.

Große Platten geben größere Funken als kleine, ungeachtet die chemischen Wirkungen derselben geringer sind. Dieses Factum hat wahrscheinlich seinen Grund in folgendem. Die Entladung einer Säule von kleinen Platten ist die Wirkung einer nach und nach erfolgenden Entladung eines jeden Paares; eine Reihe geringer aber schnell einander folgenden Erschütterungen. Ihre Wirkung geht daher mehr auf die feinen Theilchen der Körper, welche in die Kette kommen, deren Bestandtheile dadurch getrennt werden. Bey großen Platten ist die Entladung jedes Paares bedeutender, jeder electrische Strom, wenn ich so sagen darf, gewaltsamer, und diese größern einzelnen Wirkungen treffen mehr das Ganze als die einzelnen Bestandtheile. Sie treiben mehr das überall verbreitete Licht aus, als daß sie auf jeden Bestandtheil besonders wirken sollten. Es ist möglich, daß ich mich nicht bestimmt genug ausgedrückt habe, aber die, welche dergleichen Versuche anstellen, werden, durch ein gewisses Gefühl geleitet, gestehen, daß dieses richtig sey. Auf eine ähnliche Art, stelle ich mir vor, wirkt das feinere Licht ebenfalls leichter und schneller chemisch, als die nicht so feine Wärme.

Um zu prüfen, ob das Licht aus den Körpern oder der ausströmenden Materie komme, habe ich wie vorhin Bologneſiſchen Phosphor, Cantons Phosphor, beſonders ſolche Stücke, welche nicht leuchteten, mit den beiden Polen der Säule in Verbindung gebracht und den phosphoriſchen Schein anſehnlich vermehrt oder erregt geſehen. Kleine Stückchen Flußſpat phosphoreſciren an ſtarken Säulen, und geglühter Flußſpat leiſtet dieſes nicht. Ich habe dieſe Verſuche nicht weiter verfolgt, da die Analogie dieſer Wirkungen mit den electriſchen zu groß iſt, als daß man hoffen könnte, auf neue Bemerkungen zu kommen.

Eine höchſt merkwürdige Erſcheinung iſt es, daß der Zink- oder poſitive Pol Sauerſtoffgas aus dem Waſſer und manchen andern Subſtanzen entwickelt, der Silber- oder negative Pol hingegen Waſſerſtoffgas, indem das Licht beide Gasarten aus manchen Körpern zu entwickeln vermag. Das Licht ſcheint alſo beide Pole in ſich zu vereinigen. Dieſer Gedanke führt auf eine Menge anderer, und ich muß abbrechen, um nicht hypothetiſchen Vermuthungen zu ſehr nachzuhängen.

Ich ſchließe dieſe Abhandlung über das Licht, mit der Bemerkung, daß ich nicht geſucht habe, Verſuche zu häufen, ſondern ſo viel in meinen Kräften war, entſcheidende zu wählen. Dieſe allein bringen uns weiter; jene ſind oft eine unnütze Laſt für den, welcher eine ſolche Materie überſehen und bearbeiten will.

Von der Natur
und
den Eigenschaften
des Lichtes.

Eine
physisch-chemische Abhandlung
als
Beantwortung der Preisfrage
welche die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg für das Jahr 1806 vorgelegt hat.

La Physique ne sera veritablement une science, que lorsque tous les effets naturels se déduiront clairement d'un seul et même principe evidemment demontré.

Physique du Monde
par M. le B. de Marivetz et Goussier.

St. Petersburg
gedruckt bey der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Einleitung.

Es giebt keine Subſtanz im ganzen Univerſum, welche ſo weit ausgebreitet, ſo nothwendig zur Erhaltung des Ganzen, von ſo großem Einfluß auf alle Körper, ſo mannigfaltig in ihren Wirkungen, mithin für die Naturkunde von ſo großer Wichtigkeit iſt, als das Licht: und dennoch giebt es beynahe keine Subſtanz, welche bisher von den meiſten Naturforſchern ſo ſehr vernachläſſiget, ſo einſeitig betrachtet, und im Ganzen ſo widerſprechend iſt behandelt worden als eben das Licht.

Allerdings hat der mathematische Theil dieser Wissenschaft durch einen Newton, Smith, Euler, Fuß, Klingenstirna, Klügel, u. a. m. so einen Grad von Vollkommenheit und Gewißheit erhalten, daß hierin wenig mehr zu verbessern oder hinzuzusetzen übrig bleibt. Allein desto schlimmer gieng es mit dem physisch-chemischen Theile derselben. Außer Newton und etwa Dollond (und diese sahen mehr auf Praktik als auf Theorie) kann sich noch kein Naturforscher rühmen, etwas von Wichtigkeit geliefert, viel weniger zur Gewißheit gebracht zu haben. Selbst die beiden Häupter der ächten Chemie, Priestley und Lavoisier, nahmen zu wenig Rücksicht auf die Wirkungen des Lichtes; und letzterer blieb am Ende unschlüssig, ob er das Licht als eine bloße Modification des Wärmestoffes betrachten sollte. Eben da ich dieses niederschreibe, beginnen einige Naturforscher in ihren Speculationen, und in der übel verstandenen Sparsamkeit der kraftaufwendenden Natur so weit zu gehen, daß sie, durch das Ansehen des Grafen von Rumford geblendet, Wärme- und Lichtstoff aus der Reihe wirklich existirender Substanzen ausstrei-

chen, und nach der längst vergessenen Meinung der Alten, die Wirkungen obiger Stoffe aus dem Zittern der Körperelemente erklären wollen.

Eine Kaiserliche Akademie der Wissenschaften konnte daher keinen zweckmässigern und für die gesammte Naturkunde wichtigern Gegenstand zum Stoff einer physikalischen Preisfrage wählen als gegenwärtigen.

Es ist höchste Zeit, die Natur und die Eigenschaften des Lichtes gründlich zu untersuchen, alle Hülfsmittel der neuen Chemie zu benutzen, die zerstreuten Wahrnehmungen zu sammeln, die bereits gemachten Versuche durch genaue Wiederholung zu prüfen, neue zu veranstalten, die Beobachtungen zu vervielfältigen, und mittelst Zusammenstellung aller unserer Kenntnisse eine Uebersicht des Ganzen zu liefern, um durch richtige, aus Erfahrungen abgeleitete Schlüsse über die Natur und die Eigenschaften des Lichtes entscheidend absprechen zu können.

Da dieser Gegenstand auf der chemischen Seite betrachtet noch neu und zugleich vom größten Umfange ist, so wird

gegenwärtiger Aufſatz beynahe ſo viele einzelne Abhandlungen enthalten, als mannigfaltig die Seiten ſind, auf welchen ich das Licht betrachte. Dieſen Weg ſcheint auch eine Erlauchte Kaiſerliche Akademie der Wiſſenſchaften ſelbſt dem Author vorzuzeichnen, wenn Sie in Ihrer öffentlichen Bekanntmachung verlangt

la serie la plus instutive d'experiences nouvelles

a) sur la lumiere considerée comme matiere,

b) sur les propriétés, qu'on sera en droit de lui attribuer,

c) sur les affinités qu'elle paroîtra avoir avec d'autres corps soit organiques, soit non organiques,

d) sur les modifications et phénomènes, qui se manifestent dans ces substances en vertu des combinaisons, dans lesquelles la matiére de la lumiere s'est engagée avec elles —

Alle dieſe Fragen werde ich beantworten, auch noch mehrere hier nicht ausgedrückte Anſichten des Lichtes dar-

ſtellen, um ſo viel als möglich etwas vollſtändiges zu liefern, und den Bedingniſſen der Preisfrage Genüge zu leiſten.

Allein ich kann meine Abhandlung nicht anfangen, ohne gleich beym Eingang die Verlegenheit zu geſtehen, in welcher ich mich befinde, und in der ſich jeder Naturforſcher befinden muß, ſobald er über das Licht Unterſuchungen beginnt.

Licht, das ſeltſamſte Weſen in der ganzen Natur: ein Mittelding zwiſchen Geiſt und Körper, überall verbreitet, und doch nie zu erhaſchen: überall wirkſam, und doch keinem Sinne, außer dem Auge, fühlbar: die dichteſten Körper durchdringend, und doch unerreichbar: der menſchlichen Seele ähnlich, welche den ganzen Körper belebt, ohne daß wir wiſſen, wie? welche unſer Ich ausmacht, und dabey für uns ein ewiges Räthſel bleibt.

Seit zwanzig Jahren beſchäftige ich mich mit dieſem Gegenſtande; allein noch habe ich nicht tief in das Geheimniß eingedrungen; und ich ſchäme mich nicht, dieſes Geſtändniß zu machen. Nur der Unwiſſende, Unerfahrne

schmeichelt sich am Ende zu seyn, da er gar oft nicht einmal den rechten Weg zum Ziele kennt. So geht es in jeder Wissenschaft, wenn sie eben beginnt, es zu werden.

Was die Untersuchungen über das Licht erschwert, ist der Umstand, daß es sich beynahe immer in Verbindung mit Wärme, nur selten im reinen Zustande uns darstellt: ein Umstand, welcher viele Naturforscher verleitet hat, diese beiden Stoffe mit einander zu vermengen, und das Licht nur als eine Modification des Wärmestoffes zu betrachten. Durch Annahme dieser Hypothese wird die Erklärung der Erscheinungen ganz verunstaltet, der Augpunct des Beobachters verrückt, und unsere Frage beynahe zwecklos. —

Nach den Aeußerungen einer Erlauchten Akademie wäre ich zwar berechtiget, das Licht als etwas wirklich existirendes, und, gleich andern Substanzen, auf die Körper wirkendes, vorauszusetzen, und meine Untersuchungen blos auf seine Natur und Eigenschaften ein-

zuschränken. Allein da es noch viele Naturforscher giebt, welche jnes geradezu läugnen, so wird zuletzt doch auch diese Frage müssen beantwortet werden.

Doch scheint es mir zweckmäßiger, anfangs von der Natur und dem Wesen des Lichtes ganz zu abstrahiren.

Unbesorgt also, ob Licht und Wärme wirklich existirende Stoffe sind oder nicht: ob sie wesentlich von einander unterschieden, oder nur Modificationen eines und derselben Substanz und dergl. will ich anfangs nur allein die Wirkungen betrachten, welche man dem Licht als einer Erscheinung zuzuschreiben berechtiget ist: will auch so viel möglich die Erscheinungen der Wärme davon trennen — und dann erst, nachdem ich diesen Gegenstand, so weit er von Erfahrungen und Versuchen abhängt, werde erschöpft haben, kann ich mich berechtiget halten, über die Natur und die Eigenschaften des Lichtes meine Meinung zu sagen.

Dieß, glaube ich, ist der einzige Weg, welcher zum Ziele, zur Entdeckung der Wahrheit, führt.

Um Ordnung zu halten, und die Ueberſicht des Ganzen zu erleichtern, habe ich die Abhandlung in mehrere Abſchnitte getheilt: nach Verſchiedenheit der Anſichten, unter welchen ſich die verſchiedenen Wirkungen des Lichtes äußern.

Die erſten zwey Abſchnitte enthalten eben nicht viel Neues, doch konnte ich die Wirkungen des Lichtes auf das Thier- und Pflanzenreich nicht übergehen, ohne etwas ſehr unvollſtändiges zu liefern.

Das Licht iſt die Seele der organiſchen Natur ſowohl als der unorganiſchen. Ihr Einfluß auf Thiere und Vegetabilien fällt uns darum nicht mehr auf, weil uns die tägliche Erfahrung damit ſchon ſo familiär gemacht hat, daß wir nicht mehr darauf achten.

Ich hätte am Schluſſe eines jeden Abſchnittes viele Folgerungen machen können, was ich aber nur ſehr ſparſam that. Der aufmerkſame und ſachverſtändige Leſer wird ſich die Hauptſchlüſſe ſelbſt abſtrahiren; denn die angeführten Beobachtungen und Verſuche reden für ſich auch ohne meine Erinnerung.

Es wird nicht überflüssig seyn, folgende Erinnerung vorauszuschicken.

Man wird bey Durchlesung gegenwärtiger Abhandlung bemerken, daß ich mich gern auf fremde Beobachtungen beziehe, ohne meine eigenen anzuführen. Dieses konnte aus folgendem Grunde nicht immer geschehen.

Ich habe über einen ähnlichen Gegenstand bereits vor siebenzehn Jahren meine Gedanken geäußert, und meine Versuche bekannt gemacht. Die Schrift wurde nicht sehr bekannt, wenig benutzt, nur selten von spätern Schriftstellern angeführt. Wird es mir einst erlaubt seyn, öffentlich aufzutreten, so werde ich zeigen, was mein und nicht mein ist: werde zeigen, daß ich längst sagte, was andere nach mir und vielleicht durch mich gesagt haben.

Uebrigens kann ich soviel versichern, daß es meine Sache nicht ist, fremde Versuche anzuführen, ohne sie geprüft und richtig befunden zu haben Mein physisch-chemischer Apparat, vielleicht einer der completesten und

schönsten in Deutschland, und die Unterstützung, die ich genieße, erleichtert mir dieses Geschäft, und mein Beruf fodert es sogar.

Ob übrigens ich, oder ein anderer den Versuch zuerst veranstaltet hat, daran liegt mir nicht viel. Die lächerlichen Streitigkeiten über die Priorität eines Versuches verrathen außer einem hohen Grad von Eitelkeit immer viel Geistesschwäche und Vergessenheit des allgemeinen Zweckes.

Seite

§. 106. Der oxydirten Kochsalzsäure. 84
§. 108. — Blausäure. 87
§. 109. Der Luftsäure. 87
§. 112. Des Sauerstoffgases — nur vorgeblich. . . . 89
§. 115. Des Wassers. 90
§. 121. Entsäuerung animalischer Stoffe durch Licht. . . 95
§. 124. — — der Metalloxyde auf trocknem Wege, ohne Zusatz. 96
§. 127. — — — — — — — — — mit Zusatz. 99
§. 131. — — — — — auf nassem Wege, ohne Zusatz. 100
§. 139. — — — — — — — — — mit Zusatz. 106
§. 144. Säuerung indirecte durch Licht. 113
§. 147. Der vegetabilischen Substanzen, Bleichen des Flachses ꝛc. 116
§. 148. Entfärben der Hölzer. 117
§. 149. Entfärben der vegetabilischen Tincturen. . . . 118
§. 152. Farbenänderung der Metalle beym Oxydiren. . . 119
§. 158. Verbleichen der Pflanzen im Finstern. Erklärung dieses Phänomens. 123
§. 162. Kurze Uebersicht des dritten Abschnittes. . . . 127

Vierter Abschnitt.

Leuchten. Verbrennen.

§. 163. Unterschied zwischen verbrennlichen und unverbrennlichen Körpern. 128

Phänomene des Leuchtens bey Phosphoren.

§. 167. Natürliche Phosphore des Thier- und Pflanzenreiches. 130
§. 168. Das Leuchten der Insecten und Seethiere kommt von einer ihnen eigenen Feuchtigkeit her, welche zersetzt wird. . 131
§. 170. Lichtsauger, welche zuvor der Sonne müssen ausgesetzt werden. 133
§. 172. Ihr Licht kommt also von der Sonne her. . . . 134
§. 175. Lichtmagnete durch Calcination. 136
§. 176. Wichtige drey Umstände dabey. 137
§. 176. Sie erhalten ihr Licht theils bey der Bereitung im Feuer, theils beym Sonnenschein. 137
§. 178. Des P. Beccari entscheidender Versuch. . . . 138
§. 180. Phosphore durch Erhitzen, nach Wedgwoods Methode. 140

Seite

§. 7. Beyspiele von Thieren der nördlichen Gegenden: von Würmern, Insekten, vom Laubfrosche u. dergl. 6
§. 8. Wirkung des Lichtes mittelst der Augen auf das ganze Nervensystem. Ueble Folgen dieses Mangels bey Blinden. . 8
§. 9. Verschlimmerung der Kranken am Abend. Ramazzini's Beobachtung während einer Epidemie. Sprachverlust durch das Licht gehoben. Lichthunger. 9
§. 10. Uebersspannter Reiz wirkt Erschlaffung. Schädliche Wirkung des zu heftigen Lichtes 10
§. 11. Wirkung des Lichtes auf den Geist des Menschen. . 11
§. 12. Unangenehmes Gefühl, Ahnung, in der Dunkelheit. . 11
§. 13. Schlafen bey Tag und Wachen des Nachts ist schädlich für Geist und Körper. 12
§. 14. Mangel an Beobachtungen. Preisfrage der medicinischen Facultät zu Göttingen. Hofnung für die Zukunft. . 12

Zweyter Abschnitt.

Wirkung des Lichtes auf das Pflanzenreich.

§. 15. Das Pflanzenreich ist besser dazu geeignet, die Wirkungen des Lichtes zu bemerken als das Thierreich. . . 14
§. 16. Dreyfache Bewegung der Pflanzen gegen das Licht. . 15
§. 17. Arbeiten des M. Dodart. 15
§. 18. Arbeiten des Herrn Bonnet. 16
§. 19. Sechzehn Folgerungen des Herrn Bonnet über die Nutation. 17
§. 20. Noch zwey wichtige Bemerkungen. 19
§. 21. Finalschluß und vermeintliche Ursache der Nutation nach Bonnet. 20
§. 22. Bemühungen des Abbe' Tessier. 21
§. 23. 24. Eilf Folgerungen aus dessen Versuchen und Finalschluß. 22
§. 25. Erinnerungen des Herrn von Humboldt. . . 24
§. 26. Meinungen des Herrn Ray. 25
§. 27. — — — — Hales. . . . 25
§. 28. — — — — Dodart, Bonnet, Tessier. . 26
§. 29. — — — — v. Humboldt. 26

Seite

§. 106. Der oxydirten Kochsalzsäure. 84
- 108. T. Blausäure. 87
- 109. Der Luftsäure. 87
- 112. Des Sauerstoffgases — nur vorgeblich. . . . 89
- 115. Des Wassers. 90
- 121. Entsäuerung animalischer Stoffe durch Licht. . . 95
- 124. — — der Metalloxyde auf trocknem Wege, ohne Zusatz. 96
- 127. — — — — — — — — — mit Zusatz. 99
- 131. — — — — — auf nassem Wege, ohne Zusatz. 100
- 139. — — — — — — — — — mit Zusatz. 106
- 144. Säuerung indirecte durch Licht. 113
- 147. Der vegetabilischen Substanzen, Bleichen des Flachses ꝛc. 116
- 148. Entfärben der Hölzer. 117
- 149. Entfärben der vegetabilischen Tincturen. . . . 118
- 152. Farbenänderung der Metalle beym Oxydiren. . . 119
- 158. Verbleichen der Pflanzen im Finstern. Erklärung dieses Phänomens. 123
- 162. Kurze Uebersicht des dritten Abschnittes. . . . 127

Vierter Abschnitt.

Leuchten. Verbrennen.

- 163. Unterschied zwischen verbrennlichen und unverbrennlichen Körpern. 128

Phänomene des Leuchtens bey Phosphoren.

- 167. Natürliche Phosphore des Thier- und Pflanzenreiches. 130
- 168. Das Leuchten der Insecten und Seethiere kommt von einer ihnen eigenen Feuchtigkeit her, welche zersetzt wird. . 131
- 170. Lichtfanger, welche zuvor der Sonne müssen ausgesetzt werden. 133
- 172. Ihr Licht kommt also von der Sonne her. . . 134
- 175. Lichtmagnete durch Calcination. 136
- 176. Wichtige drey Umstände dabey. 137
- 176. Sie erhalten ihr Licht theils bey der Bereitung im Feuer, theils beym Sonnenschein. 137
- 178. Des P. Beccari entscheidender Versuch. . . 138
- 180. Phosphore durch Erhitzen, nach Wedgwoods Methode. 140

Seite

§. 66. Schon Hales hatte Spuren davon. . . 55
• 67. Bonnet machte Versuche hierüber. . . . 55
• 68. Ingenhouß und Senebier haben diesen Gegenstand beynahe erschöpft. 56
• 69. Darstellung der Thatsache. 56
• 70. Hauptresultate der Bemühungen des Herrn von Ingenhouß. 57
• 71. — — — — — — — — — Senebier. 59
• 72. Die neuesten Versuche hierüber des jüngern Herrn v. Saussure von 1804, nebst den Resultaten. . . . 60
• 73. Dieselben des Herrn James Woodhouse. . . 61
• 74. Erklärung dieser Erscheinung. Hier geht Zersetzung der Kohlensäure und des Wassers vor sich. . . . 62
• 75-83. Einfluß des Sauerstoffgases auf den ganzen Proceß der Vegetation. 63
• 84. Uebersicht dieses Abschnittes. 69
• 85. Durch die ganze Vegetation zeigt sich das Licht als Reizmittel, als Auflösungsmittel, als Bindungsmittel. . . 69
• 86. Geht als Bestandtheil mit den Vegetabilien in Verbindung, und tritt beym Verbrennen wieder hervor. . . 70
87. Parallele zwischen Thier- und Pflanzenreich in Bezug auf Licht. 72

Zweyter Theil.

Wirkung des Lichtes bey chemischen Processen.

Dritter Abschnitt.

Oxydationsproceß im eigentlichen Verstande.

• 88-90. Wichtigkeit und Allgemeinheit dieses Gegenstandes. . 73
• 91. Viererley Klassen der Körper in chemischer Hinsicht. . 75
• 92. Princip der Säuren und Alkalien. 75
• 93. Was man unter Oxydation versteht. 76
• 94. Verhältnisse zwischen Licht und Säureprincip. . . 77

Durch Licht bewirkte Oxydationen der Säuren.

• 97. Der Vitriolsäure. 78
• 98 ſqq. der Salpetersäure. 79

Seite

§. 106. Der oxydirten Kochsalzsäure. 84
" 108. D. Blausäure. 87
" 109. Der Luftsäure. 87
" 112. Des Sauerstoffgases — nur vorgeblich. . . . 89
" 115. Des Wassers. 90
" 121. Entsäuerung animalischer Stoffe durch Licht. . . 95
" 124. — — der Metalloxyde auf trocknem Wege, ohne Zusatz. 96
" 127. — — — — — — — — — mit Zusatz. 99
" 131. — — — — — auf nassem Wege, ohne Zusatz. 100
" 139. — — — — — — — — — mit Zusatz. 106
" 144. Säuerung indirecte durch Licht. 113
" 147. Der vegetabilischen Substanzen, Bleichen des Flachses ꝛc. 116
" 148. Entfärben der Hölzer. 117
" 149. Entfärben der vegetabilischen Tincturen. . . . 118
" 152. Farbenänderung der Metalle beym Oxydiren. . . 119
" 158. Verbleichen der Pflanzen im Finstern. Erklärung dieses Phänomens. 123
" 162. Kurze Uebersicht des dritten Abschnittes. . . . 127

Vierter Abschnitt.

Leuchten. Verbrennen.

" 163. Unterschied zwischen verbrennlichen und unverbrennlichen Körpern. 128

Phänomene des Leuchtens bey Phosphoren.

" 167. Natürliche Phosphore des Thier- und Pflanzenreiches. 130
" 168. Das Leuchten der Insecten und Seethiere kommt von einer ihnen eigenen Feuchtigkeit her, welche zersetzt wird. . 131
" 170. Lichtsauger, welche zuvor der Sonne müssen ausgesetzt werden. 133
" 172. Ihr Licht kommt also von der Sonne her. . . . 134
" 175. Lichtmagnete durch Calcination. 136
" 176. Wichtige drey Umstände dabey. 137
" 176. Sie erhalten ihr Licht theils bey der Bereitung im Feuer, theils beym Sonnenschein. 137
" 178. Des P. Beccari entscheidender Versuch. . . . 138
" 180. Phosphore durch Erhitzen, nach Wedgwoods Methode. 140

Seite

§. 182. Phosphore durch Reiben, auch unter Wasser ꝛc. . 142
• 183. Hier kömmt ein schwaches Glühen vor, also Leuchten ohne Sauerstoff. 143
• 186. Kunkels Phosphor. 145
• 189. Böckmanns entscheidende Versuche. Leuchten im Stickstofgas ꝛc. 147
• 193. Leuchten des Phosphors im Stickgas, und Grünen der Pflanzen in eben demselben. 149
• 194-205. (Eine kurze Digression) Anziehung des Lichtes gegen Dünste des Phosphors, der Krystallauflösungen, des Weingeistes, Wassers ꝛc. 150
• 207. Parallele zwischen Böckmanns und v. Humboldts Versuchen, das Verhalten des faulen Holzes in irrespirablen Gasarten betreffend. 159
• 208. Schlüsse daraus. 162
• 209. Unterschied zwischen dem Leuchten des faulen Holzes und des Phosphors. 164
• 210. Selbstentzündungen mancherley Art. . . . 166
• 211. Die Erscheinung bey Hombergs Pyrophor wird erklärt. 167
• 212. — — — wird erläutert. 168
• 213. Selbstentzündungen im oxydirten salzsauren Gas. . 169
• 214. — — — — werden erklärt. 170
• 215. Warum Brennmaterialien nicht eher in Flamme ausbrechen, bis von außen ein Funken hinzukömmt. . . . 170
• 216. Die Glühhitze. 171
• 217. Bey Bereitung der Gasarten im Feuer spielt das Licht eine wichtige Rolle. 172
• 219. Item bey Zerlegung des Wassers. 174
• 221-223. Wichtiger Unterschied zwischen Glühhitze und dunkler Hitze durch vierzehn Versuche erwiesen. 175
• 225. Glühen ohne Zutritt der atmosphärischen Luft. . . 179
• 227. Vortheile einer kräftigen Brennlinse. . . . 182
• 228. Unterschied zwischen Erhitzen mit der Brennlinse und der Ofenhitze, aus sechs Versuchen geschlossen. . . . 183
• 233. Brennglas aus Eis. 188
• 234. Fernere Vortheile der Brennlinse. 189
• 236. Ob das Licht im Brennpuncte einen Stoß bewirke. . 190

Seite

§. 238. Unterschied beym Schmelzen. 192
- 239. Wie man den größten Grad der Erhitzung bewirken kann. 193
- 241-243. Kurze Uebersicht dieses Abschnittes. 194

Fünfter Abschnitt.

Zerlegung des Lichtes im Prisma, durch Electricität, durch Galvanismus.

- 244. Das Licht, eine zusammengesetzte Substanz, zerlegbar durchs Prisma. 197
- 245. Newtons, Mayers, Wünsch's Meinungen. . . 197
- 246-48. Es giebt wenigstens fünf unzerlegbare Grundfarben. 198
- 249. Jeder Strahl hat seine Eigenheiten gegen durchsichtige und undurchsichtige Körper. 202
- 250. 251. Daraus lassen sich die so mannigfaltigen Lichterscheinungen brennender Körper erklären. 202
- 253. 54. Violette Strahlen besitzen die geringste — rothe Strahlen die stärkste Kraft, Wärme in den Körpern zu erregen. 205
- 255. Violette Strahlen beleuchten auch am schwächsten. . 207
- 256. Und dennoch äußern sie die stärksten chemischen Wirkungen. 208
- 257. Herschels Meinung, daß es außer dem prismatischen Farbenbild auch noch wärmende, nicht leuchtende Sonnenstralen gebe, ist nicht erwiesen. 209
- 261-65. Unterschied zwischen Licht und Wärme, nebst Beweisgründen aus der Erfahrung. 214

Electrisches Licht.

- 266. Man hat es hier nicht mit der electrischen Materie, sondern nur mit dem Lichte zu thun. 218
- 267-272. Sechs Hauptgesetze der electrischen Lichterscheinungen. 220
- 273. Vier Hauptgesetze der electrischen Lichtzersetzungen. . 223
- 274. Lichterscheinungen im Guerikeschen Raume und phosphorescirenden Röhren. 227
- 275. Lichterscheinungen liefern einen neuen Beweis, daß Licht seine Abkunft nicht aus dem Gasoxygen hat. . . . 229
- 276. Electrisches Licht durchs Prisma zerlegbar. . . 229
- 277. Wirkung des electrischen Lichtes auf andere Körper. . 230
- 278. Körper werden dadurch phosphorescirend . . . 231

züglich nach einem genommenen Bade, wo die Haut gereiniget und für das Licht empfänglicher gemacht ist? Dieses Gefühl hat der Blinde so gut als der Sehende; denn es ist vom Auge unabhängig. Ohne Zweifel rührt es von einem sanften Reize her, welcher, mäßig gebraucht, die beste Wirkung auf uns machen muß. Die Alten nannten dieses Sonnen appricatio in sole, ἡλίωσις, insolatio.

Auch bey den Thieren bemerkt man, daß sie der Sonne nachziehen. Der Krebs liebt das lichthelle Ufer des Flusses: der Vogel die beschienene Seite des Hügels.

Die Polypen in Gläsern mit Wasser aufbewahrt, setzen sich immer an derjenigen Seite des Glases an, welches dem Lichte zugekehrt ist. Dreht man das Glas um, so ändern diese Thiere ihren Ruheort und ziehen der Sonne und dem Lichte nach. Trembley hat dieses zuerst bemerkt; Rösel, Schäfer und andere Naturhistoriker haben die Erfahrung bestätiget gefunden. Auf ein Thier, bey welchem man noch keine Sehorgane entdeckt hat, kann wohl das Licht nicht anders als durch Reiz wirken.

Eben so muß man die Beobachtung erklären, welche Spallanzani bey den Saamenthierchen gemacht hat, daß sie in offenen Gefäßen dem Sonnenschein ausgesetzt sogleich starben, ungeachtet sie einen viel größern Grad der Ofenwärme, als jener der Sonne war, (er betrug 17° Reaum.) aushalten konnten. (Opuscules de Physique animale et vegetale etc. par M. l'Abbé Spallanzani, à Geneve 1777, Tom. II. p. 208 et suiv.).

Der Reiz des Sonnenlichtes ist für den feinen Körperbau dieser Thierchen viel zu stark *). Zu starker Reiz bringt allemal

*) Alex. von Humboldt hat diesen Reiz durch directe Versuche zu bestätigen gesucht. Von zwey Organen, die auf einer gleichen Stufe der Erregbarkeit standen, legte er eines in die Sonne, das andere in dunkle Wärme von gleichem Grade. In zehn bis funfzehn Versuchen schien es, als wenn die Nerven, auf welche

Erster Theil.

Wirkung des Lichtes

auf

das Thierreich und das Pflanzenreich.

Erster Abschnitt.

Wirkung des Lichtes auf das Thierreich.

§. 1.

Das Licht ist gegeben, um die ganze Natur zu beleben. Es ist also sehr billig, daß ich mit dem Meisterstück der Schöpfung, dem Menschen den Anfang mache. Mächtig wirkt das Licht auf Körper und Geist. Dieß wußten die Aerzte des Alterthums, und sie nahmen bey ihrer Heilsmethode darauf Rücksicht: auch die Neuern werden es thun, wenn man ihnen diese Wahrheit noch öfter einprägt, und näher ans Herz legt.

§. 2.

Das erste, was das auffallende Sonnenlicht trifft, ist die unbedeckte Haut des Menschen. Dadurch entsteht Reiz, Wärme, Ausdünstung.

Welch eine angenehme Empfindung fühlen wir nicht, wenn wir uns an einem heitern Sommertage in die Sonne setzen, vor-

Im Winter erschläft beynahe die ganze Natur. Das wiederkehrende Licht der Frühlingssonne hingegen giebt uns neues Leben, neue Wärme, neue Kraft, und die Natur verjüngt sich wieder.

Selbst der Kranke schöpft mit zurückkehrendem Jahre neue Hoffnung und Kräfte, wenn anders der stärkere Reiz des Frühlingslichtes für seinen geringen Vorrath von Lebenskraft nicht zu heftig wirkt.

§. 4.

Drittens wird durch den Reiz des Lichtes die Thätigkeit der Hautgefäße vermehrt, und so die Ausdünstung befördert.

Das wichtigste Geschäft der Haut besteht nach den neuern Erfahrungen darin, gewisse Stoffe aus dem Körper zu scheiden, und andere dafür aus der Atmosphäre aufzunehmen; es geht also durch die Hautgefäße, beynahe wie durch die Lungen, eine Luftumtauschung vor *). Freylich wird dieses Geschäft bey uns Europäern theils durch die enge anliegende Kleidung, theils durch Vernachläßigung der Hautcultur und durch Mangel der Reinlichkeit häufig unterbrochen; allein wir fühlen auch die Folgen davon durch mancherley Krankheiten.

Es ist ein durch Erfahrung bewiesenes Gesetz der Physiologie daß ein Reiz, der irgend ein lebendes Organ afficirt, den Zufluß der Flüssigkeit zu demselben afficirt **). Da nun das Licht als

*) „Wir wissen aus den Versuchen von Ingenhouß, Cruikshank, Milly und Abernethy, daß die menschliche Oberhaut einerley Functionen mit den Lungen hat, atmosphärische Luft einsaugt, Sauerstoff abscheidet, und Azote samt kohlengesäuertem Gas und unzersetztem Oxygen zurückgiebt. Wir werden also im eigentlichsten Sinne nicht blos durch die Lunge, sondern, gleich den Pflanzen, durch die ganze Oberfläche genährt.“ Humboldt über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, 2r Band, S. 254.

**) v. Humboldts neue Versuche über den Metallreiz — in Greus neuem Journal der Phys. B. 2, S. 166.

Schwäche und Erschöpfung hervor; den besten Beweis liefert unser Auge selbst.

§. 3.

Das Gefühl von Wärme, welches das Sonnenlicht in uns erregt, scheint mir ganz verschieden von jenem zu seyn, das wir durch künstliche Ofenhitze erhalten.

Ich habe schon vor zwanzig Jahren die Meinung geäußert, welche ich weiter unten mit neuen Gründen belegen werde, daß das Sonnenlicht für sich selbst nicht Wärme enthält, sondern daß es sich nur mit dem in den Körpern bereits vorhandenen Wärmestoff verbindet, selben frey macht, und so mittelbar erwärmt.

Ohne diese Voraussetzung lassen sich viele Naturerscheinungen und Versuche gar nicht erklären; wer aber dieser Meinung beytritt, dem wird es sogleich auffallen, warum das Wärmegefühl der Sonne von jenem eines geheizten Ofens so verschieden ist. In jenem Falle nämlich wird der Wärmestoff unseres eignen Körpers in Thätigkeit gesetzt, in diesem aber strömt fremde Wärme aus dem Ofen zu uns hin: hier verhalten wir uns bloß leidend, dort ist unser Körper selbst in Thätigkeit, dort muß die in- und exspiratio cutis viel besser vor sich gehen.

Da nun das Moment des Lichtes als einer Wärme erregenden Substanz nicht nur von der Menge, sondern auch von dem Neigungswinkel abhängt, unter welchem es den Erdball trifft, so ist begreiflich, wie verschieden der periodische Wechsel der Jahreszeiten auf den Menschen, so wie auf alle Geschöpfe unter der Sonne, wirken muß.

---

der Reiz des Sonnenlichtes wirkte, früher erschöpft würden, als die im Finstern. In vielen andern Fällen aber war der Unterschied nicht bemerkbar. (Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser B. II. S. 179. 180). Man sieht wohl ein, mit welchen Schwierigkeiten derley Versuche verknüpft sind.

Im Winter erschläft beynahe die ganze Natur. Das wiederkehrende Licht der Frühlingssonne hingegen giebt uns neues Leben, neue Wärme, neue Kraft, und die Natur verjüngt sich wieder.

Selbst der Kranke schöpft mit zurückkehrendem Jahre neue Hoffnung und Kräfte, wenn anders der stärkere Reiz des Frühlingslichtes für seinen geringen Vorrath von Lebenskraft nicht zu heftig wirkt.

§. 4.

Drittens wird durch den Reiz des Lichtes die Thätigkeit der Hautgefäße vermehrt, und so die Ausdünstung befördert.

Das wichtigste Geschäft der Haut besteht nach den neuern Erfahrungen darin, gewisse Stoffe aus dem Körper zu scheiden, und andere dafür aus der Atmosphäre aufzunehmen; es geht also durch die Hautgefäße, beynahe wie durch die Lungen, eine Luftumtauschung vor *). Freylich wird dieses Geschäft bey uns Europäern theils durch die enge anliegende Kleidung, theils durch Vernachläßigung der Hautcultur und durch Mangel der Reinlichkeit häufig unterbrochen; allein wir fühlen auch die Folgen davon durch mancherley Krankheiten.

Es ist ein durch Erfahrung bewiesenes Gesetz der Physiologie daß ein Reiz, der irgend ein lebendes Organ afficirt, den Zufluß der Flüssigkeit zu demselben afficirt **). Da nun das Licht als

*) „Wir wissen aus den Versuchen von Ingenhouß, Cruikshank, Milly und Abernethy, daß die menschliche Oberhaut einerley Functionen mit den Lungen hat, atmosphärische Luft einsaugt, Sauerstoff abscheidet, und Azote samt kohlengesäuertem Gas und unzersetztem Oxygen zurückgiebt. Wir werden also im eigentlichsten Sinne nicht blos durch die Lunge, sondern, gleich den Pflanzen, durch die ganze Oberfläche genährt.“ Humboldt über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, 2r Band, S. 254.

**) v. Humboldts neue Versuche über den Metallreiz — in Grens neuem Journal der Phys. B. 2, S. 166.

Reiz wirkt, so muß es nothwendig obige Verrichtung der Haut unterstützen, und dieses um so mehr, da die hiedurch bewirkte Wärme von ganz anderer Beschaffenheit ist, als unsere künstliche, von außen angebrachte Wärme, wie ich eben gesagt habe. Auch werde ich weiter unten erweisen, daß das Licht die Ausdünstungen aller Flüssigkeiten anzieht, mithin auch von unserm Körper wegschafft.

Dieser Umstand mag mit andern Ursache seyn, warum die Bewohner der gemäßigten und kältern Erdgürtel so sehr von denen der heißen Zonen unterschieden sind, indem diese, weniger bedeckt als wir, den größten Theil ihres Körpers ungeschützt den Sonnenstrahlen bloß stellen.

§. 5.

Eine vierte Wirkung des Lichtes zeigt sich durch die Färbung der Haut, welche bey den vielerley Erdbewohnern so sehr verschieden ausfällt. Und zwar ist es im Allgemeinen eine ausgemachte Erfahrung, daß diese Farbe desto dunkler ist, je näher die Menschen dem Aequator zu wohnen; hingegen desto heller und weißer, je kälter das Land ist und je näher es den Polen liegt.

Da man nun selbst in einer und derselben Gegend an der Gesichtsfarbe der Leute schon einen auffallenden Unterschied bemerkt, je nachdem sie ihrer Beschäftigung gemäß mehr oder weniger dem Sonnenschein unterworfen sind, so ist es keinem Zweifel unterworfen, daß nicht die Wärme, auch nicht die freye Luft, sondern ganz vorzüglich das Licht an diesem Farbenunterschied Ursache ist.

Der Städter ist allemal weißer als der braune Landmann, dessen Arbeiten größtentheils im Freien geschehen. Die mit Kleidern bedeckten Theile behalten auch beym Landbewohner ihre natürliche helle Farbe, und die unbedeckten bleichen sich zum Theil wieder zur Winterszeit oder während einer anhaltenden Krankheit.

Die Arbeitsleute in den Glashütten, Schmelzöfen und dergl. erdulden lebenslänglich eine viel größere Hitze als selbst der India-

ner, und dennoch bleibt ihre Haut weißer als die des benachbarten Landmannes. Also ist nicht die Wärme, sondern das Licht daran Ursache. Eine Bemerkung, welche schon Paco de Verul. gemacht hat (Sylva sylvarum, seu Historia nat. Cent. IV. p. 399).

An der schwarzen, braunen oder schmutzigen Farbe des Negers, Indianers und Mulattens hat nicht bloß die Lebensart, das warme Klima u. dgl., sondern vorzüglich das Sonnenlicht, als Licht, Antheil. Der Europäer wird nach wenigen Generationen dem Indianer, und dieser zu uns versetzt, dem Europäer ähnlich (Mitchel. Philos. Transact. Vol. XLIII. p. 102 etc.).

Auch die Sonnenflecken und die Risse der Oberhaut sollen daher rühren.

§. 6.

So wie der sanfte Genuß des Lichtes für den Menschen Balsam und Stärkung ist, so wird er durch Mangel an Licht schwächer und kränklicher.

Dieses beweisen die Bewohner von dunklen Hölen, Spitälern, Gefängnissen, Schiffen, und sehr häufig die ärmere Volksklasse in Städten, welchen nur die schlechtesten finstern Wohnungen zu Theil werden.

Die Kackerlacken (Albinos) haben eine zarte, weiße Haut und weiße Haare, sind schwächlich und zu strengen Arbeiten schlechterdings unbrauchbar. Da ihren Augen der schwarze Schleim fehlt, mithin der Reiz des Lichtes unerträglich ist, so scheuen sie das Tageslicht und halten sich gern in der Dunkelheit auf. Allein gerade hierin liegt der Hauptgrund ihrer Schwächlichkeit und Bleichsucht. Gleich den Pflanzen welken sie im Dunklen dahin, und sterben viel früher als ihre gesunden Geschwister.

§. 7.

Die Wirkung des Lichtes, welche sich beym Menschen durch die Farbe seiner Haut äußert, zeigt sich bey den Thieren durch die Farbe ihrer Haare und ihres Gefieders.

Die Vermuthung ist nicht ungegründet, daß die weiße Hautdecke der nördlichen Bären, Hirsche, Hasen, Kaninchen und dergl. vom Mangel des Lichtes herrühre; um so mehr, da sich bey manchen dieser Thiere die Farbe nach den Jahreszeiten ändert.

Die Würmer und die Larven jener Insecten, welche des Lichtes beraubt im Innern der Thiere, des Holzes, der Erde leben, sind weiß: z. B. die Eingeweidewürmer, Bandwürmer, item die Larven des scarabaeus fimetarius, des Lucanus cervus u. s. f. hingegen am Tageslicht werden sie braun.

Die Insecten, welche nur zu Nachts hervorkriechen, um ihre Nahrung zu suchen, sind größtentheils weißlicht: und die Papilionen, welche zur Klasse der Abend- und Nachtvögel gehören, haben immer eine unansehnliche, meistens graue Farbe, z. B. Sphinx Pinastri, Sph. Convolvuli, Bombyx salicis, pini, quercus u. s. f. Die Larve des sogenannten Todtenkopfes ist hier zu Land einer der schönsten Würmer; allein der Vogel empfiehlt sich gar nicht an Farbe.

Der Laubfrosch ist von blaßgrüner Farbe, weil er sich immer im Schatten des Grases und der Baumblätter aufhält; zwingt man ihn, in Gläsern im Tages- und Sonnenlichte zu leben, so nimmt er ein tieferes Grün an, wie ich mich durch Erfahrung überzeugt habe. Dorthes hat schon vor mir dasselbe bemerkt (Grens Journal der Physik B. 1, S. 500).

Als Reaumur der Purpurfarbe der Alten nachspürte, fand er an den Küsten von Poitou Kinkhörner, welche dem Fischroggen ähnliche Eyerchen bey sich führten. Sie enthielten eine weißlichtgelbe Feuchtigkeit, welche sich im Sonnenlichte sogleich purpurroth färbte, aber im Dunklen nie.

Du Hamel macht in den Mem. de l'Acad. des scienc. von 1711 und 1746 von einer andern Conchilie Meldung, deren Saft gleichfalls vom Lichte gefärbt wird.

§. 8.

Wenn das Licht durch Reiz und Wärme, welche es durch sein Anfallen auf die Aussenseite des menschlichen Körpers hervorbringt, schon so kräftig wirkt, so muß seine Wirkung auf das ganze Nervensystem, welches mit den Sehnerven in Verbindung steht, noch viel wichtiger seyn, und sich bis ins Innerste unserer Maschine, ja bis auf den Geist des Menschen verbreiten.

Das Auge ist nicht bloß Werkzeug des Sehens; da es mit den wichtigsten Nerven des übrigen Systems in genauester Verbindung steht, so ist es ohne Zweifel von der Natur noch zu vielen andern sehr wichtigen Functionen bestimmt.

Die Augennerven stehen theils mittelbar, theils unmittelbar, mit dem fünften und sechsten Nervenpaar, so wie mit den sympathischen Nerven, in Verbindung, und dadurch wird der Consensus des Auges mit dem ganzen übrigen Körper von der größten Wichtigkeit. Das Organ des Sehens bekommt nun die Fähigkeit, beym Empfange des Lichtes und des daraus entstehenden Reizes das ganze innere System mit zu afficiren. Auf diese Art wird durch die Wirkung des Lichtes eine allgemeine Reizung des Systemes möglich, welche ohne diese Nervenverbindung nur eine örtliche geblieben wäre.

Wissen wir auch die speciellen Folgen dieses durch Licht auf das ganze Nervensystem verbreiteten Reizes nicht genau anzugeben, so bleibt die Sache doch immer wahr, und ist ein fernern Untersuchungen würdiger Gegenstand. Es giebt auch gegenwärtig keinen Arzt und keinen Physiologen, welcher nicht das Licht als ein nothwendiges Bedingniß (nebst andern) zur Erweckung uud Vermehrung der Lebenskraft setzte.

Dieser wohlthätige Genuß des Lichtes wird für uns durch den Gegensatz auffallender.

Man bemerkt bey Blinden nicht nur Trübsinn, sondern auch Unthätigkeit, Schwäche und eine gewisse Stumpfheit, die sich durch das ganze System verbreitet hat. Die periodischen Abwechselungen von Schlafen und Wachen finden sich bey ihnen sehr unordentlich ein. Am Tage überfällt sie gar oft der Schlaf, dagegen wachen sie häufig ganze Nächte durch.

Der Mangel des Lichtes, das auf solche Leute nur durch die Oberhaut und nicht durch das Hauptwerkzeug, das Auge, wirken kann, bringt diese und noch viele andere Unordnungen in der thierischen Oekonomie hervor.

§. 9.

Es ist eine uralte Bemerkung, ohne Zweifel so alt als das Menschengeschlecht, daß sich Kranke bey Nacht allezeit schlechter befinden als bey Tage. Hippokrates stellt den Grundsatz auf, daß der Arzt aus dem Paroxysmus, der sich Abends einstellt, auf die Beschaffenheit der Krankheit selbst schließen kann.

Ein sehr auffallendes Beyspiel dieser Art erzählt Ramazzini, welches er während einer Epidemie auf dem Lande des Modenesischen Gebiets zu beobachten Gelegenheit hatte (Bernardi Ramazzini opera omnia, Genevae 1716. Constitutio Epidemica ruralis anni 1690, §. X). Alle Landleute litten an einem dreytägigen Fieber. Abends nahm die Krankheit mit Erbrechen, Kopfschmerzen, Schwindel und andern Symptomaten zu: während der Nacht stellte sich eine völlige Entkräftung, und wohl auch Asphyxie ein; gegen den Morgen, bey Aufgang der Sonne, ließen alle diese Anfälle wieder nach. Die Patienten sammelten wieder so viel Kräfte, daß sie das Bett verlassen, ins Freye gehen, und sich der wohlthätigen Sonne aussetzen konnten. Ich erstaunte, sagt er, wenn ich öfters Kranke, welche die ganze Nacht hindurch mit dem Tode gerungen hatten, in der Frühe unter ihrer Hausthüre gleich

der Schlange ſich ſonnen, aufrecht ſtehen, ja ſogar auf dem Felde herumgehen ſah. Wir würden gar oft Gelegenheit haben, ähnliche Fälle zu beobachten, wenn wir aufmerkſam genug ſeyn wollten.

Noch eine Krankheitsgeſchichte muß ich hier anführen, weil ſie ſehr auffallend und von ſeltener Art iſt, auch ganz hier ihren Platz hat. Alex. von Humboldt erzählt ſie in ſeinen Verſuchen über die gereizte Muskel- und Nervenfaſer (B. 2 S. 185, 186).

Die Gräfin von K—r in Mailand verlor die Stimme, ſo oft die Sonne untergieng. Mit dem neuen Aufgang der Sonne war die Paralyſe des Stimmnerven auf einmal gehoben. Das Klima von Neapel, welches nervenkranken Perſonen ſo wohlthätig iſt, hob das Uebel. Es erſchien aber ſogleich wieder, als die Gräfin ihren Aufenthalt mit dem von Rom vertauſchte.

In dieſem Falle, ſetzt v. Humboldt hinzu, wirkte das Licht ganz allein als Licht. Denn die temporäre Stummheit war von der Länge und Kürze der Tage abhängig.

Eben ſo wunderbar iſt der Lichthunger, welchen Herr Vogel an einem Kinde bemerkte. Die Kranke fühlte einen unwiderſtehlichen Reiz, den Kopf nach der Sonne zu wenden. Weder Ermahnungen noch Furcht waren im Stande, dieſen Hang zu unterdrücken. Worauf beruht dieſe Reizempfänglichkeit einzelner Individuen? (v. Humboldt a. a. O.

§. 10.

Eben dieſer vortreffliche Beobachter hat ſich durch directe Verſuche überzeugt, daß das Sonnenlicht, ſo wie die Electricität ꝛc. eines der wohlthätigſten excitirenden Reizmittel für die organiſche Natur iſt. - - Derſelbe Lichtſtrahl, welcher den geſunden belebt und aufheitert, iſt ein ſchmerzhafter und ſchwächender Reiz für den Geſunden, wenn er zu intens wirkt. Daher Sonnenſtich, Kopfſchmerzen, Hirn- und Augenentzündung bey zu heftigem Lichte.

Nichts war Herrn v. Sauſſüre auf dem Gipfel des Montblanc beſchwerlicher, als das Sonnenlicht.

Alle Thiere, welche ein phyſiſches Unbehagen fühlen, ſuchen die Finſterniß.

Geſpießte Käfer ſterben am ſchnellſten, wenn man ſie dem Sonnenlichte um Mittag ausſetzt (Hoppes Entomol. Taſchenbuch 1796. S. 79).

§. 11.

Wenn nun das Licht einen ſo entſchiedenen Einfluß auf den menſchlichen Körper hat, ſo wird es nicht ſonderlich klingen, wenn ich behaupte, daß es auch auf die Stimmung unſeres Geiſtes ſehr auffallend wirkt.

Der Leſer darf hier nur ſich ſelbſt befragen, und über den verſchiedenen Gemüthszuſtand an heitern und trüben Tagen einige Reflexionen machen. Wie ganz anders befinden wir uns nicht (alles übrige gleichgeſetzt) an einem düſtern Winterabend in der geheizten Studirſtube, und an einem reizenden Frühlingstage im Genuſſe der freyen Luft und der wärmenden Sonne? wie ganz anders in dunkeln Behältniſſen und in einem lichtvollen Saale? Der dicke Nebel der Luft umnebelt ſo zu ſagen auch unſere Seele, und der heitere Morgen verſetzt unſer ganzes Ich in die wonnevollſte Stimmung. Unſere anſtrengenden Kopfarbeiten gehen viel beſſer von ſtatten bey wiederkehrender und alles belebender Sonne, als bey der düſtern Studirlampe.

§. 12.

Es ſey mir erlaubt, hier eine Muthmaßung zu äußern, welche dem Pſychologen ſowohl als dem Phyſiologen nicht ganz unerheblich ſeyn dürfte.

Aus dem holden Tageslichte in die ſchwarzen Finſterniſſe der Nacht verſetzt fühlen wir eine unangenehme Ahndung, oder ſo et-

was, das ich nicht zu nennen weiß; kurz es fehlt uns etwas. Unsere Seele hat eine gewisse unangenehme Empfindung, ein Bedürfniß, welches sich bey Tage nicht äußert.

Von dieser willkührlichen Sensation leite ich die Schüchternheit und die Furcht her, welcher viele Menschen auch wider Willen des Nachts unterworfen sind; welche nach Verschiedenheit der Subjecte und der Reizbarkeit ihres Nervensystems sehr mannigfaltige Grade hat, und die sich zuweilen selbst gestandene Männer mit allen Gegengründen nicht wegdisputiren können. Sicher ist hier Mangel des Lichtes nicht im Spiele.

§. 13.

Was soll man endlich über die Tagesordnung der vornehmern Klasse der Städtebewohner sagen, welche die schönsten Stunden des Tages zum Schlafen und die Hälfte der Nacht zum Wachen bestimmt haben?

Muß nicht Schlafen bey Tage und Wachen des Nachts üble Folgen auf Körper und Geist nach sich ziehen? Die Sonne ist nicht blos Quelle des Lichtes, sie ist auch Quelle des Lebens für alle ihr untergeordnete Weltkörper, für alle organische Geschöpfe der Erde.

§. 14.

Auf dieses Alles soll nun freilich, wird auch in der Zukunft, der Arzt Rücksicht nehmen. Bisher ist in diesem Puncte noch wenig geschehen.

„Die Länder am Nordpol" (sagt v. Humboldt a. a. O. S. 186) „bieten eine treffliche Gelegenheit dar, interessante physiologische Beobachtungen über den Einfluß einer langen Abwesenheit des Sonnenlichtes auf die Thier- und Pflanzenkörper zu machen. Aber leider fehlt es noch ganz an unterrichteten Reisenden, welche solche

„Gesichtspuncte verfolgten. Man sammelt Naturproducte, sucht sie „systematisch zu bestimmen (d. h. in ein Universalregister einzutragen) „und vernachlässigt alles, was sich auf die Einwirkung der Elemente „in ihre erregbare Natur und ihre Lebensprocesse bezieht.“

Ich habe meine Gedanken hierüber bereits vor zwanzig Jahren geäußert. Es sollte mich sehr freuen, wenn ich auch nur eine entfernte Gelegenheit gegeben hätte zu der Preisfrage, welche die Medicinische Facultät zu Göttingen den dort Studirenden im Jahre 1796 in folgenden Ausdrücken zur Beantwortung vorlegte:

„Quaenam sit lucis in corpus humanum vivum efficacia,
„tum noxia, tum praeter eam partem, quam in visu
„agit, utilis ac salutaris?“

Ich weiß nicht, wer den Preis erhalten hat, auch nicht, ob seine Arbeit ist gedruckt worden; doch erschien 1799 diejenige Schrift, welcher das erste Accessit ist zuerkannt worden, unter dem Titel:

„Ueber die Wirkungen des Lichts auf den lebenden menschlichen
„Körper mit Ausnahme des Sehens ꝛc. von Ernst Horn.
„Königsberg 1799. 8.“ 132 Seiten.

Diese Schrift habe ich benutzt in gegenwärtigem Abschnitt, in so weit ich nämlich etwas fand, was nicht schon in meinem viel frühern Aufsatze enthalten war.

Ich hoffte etwas Neues anzutreffen in D. Carl Wilhelm Juchs Ideen zu einer Zoochemie systematisch dargestellt. 1r Theil, Erfurt 1800, in 8. Allein was über diesen Gegenstand von S. 42-78 vorkömmt, ist ganz aus Horns obiger Schrift entlehnt, doch ohne den Autor zu nennen. V. Humboldts Bemerkungen aus seinen Versuchen über die gereizte Muskelfaser sind mit eingeschaltet. Dadurch haben wir also nichts gewonnen.

Genug, daß durch Horns lesenswürdigen Aufsatz die Sache nun einmal zur Sprache gekommen ist. Dieser junge Mann, der

ſich durch ſeine erſte akademiſche Schrift ſchon ſo vortheilhaft ausgezeichnet hat, kann ſelbſt noch vieles dazu beyzutragen, daß wir mit den Wirkungen des Lichtes auf den menſchlichen Körper näher bekannt werden.

Zweyter Abſchnitt.

Wirkungen des Lichtes auf das Pflanzenreich.

§. 15.

Nichts iſt auffallender, nichts im Allgemeinen bekannter, als der Einfluß des Sonnenlichtes auf das geſammte Pflanzenreich. Es ſcheint mir aber dieſe Wirkung zugleich von größter Wichtigkeit für unſere Frage zu ſeyn. Die Pflanzen ſtehen zwiſchen den Thieren und Mineralien im Mittel. Dieſe größtentheils in das Eingeweide des Erdballes verſenkt, bieten ſich dem Lichte nur ſelten in ihrem natürlichen Zuſtande dar; werden ſie mit Gewalt ihren Lagerſtätten entriſſen und zu Tag gefördert, ſo befinden ſie ſich ſchon in einem neuen Elemente. Die atmoſphäriſche Luft mit ihren mannigfaltigen Ingredienzen und Stoffen wirket dann gemeinſchaftlich mit dem Lichte auf ſie: die Verwandtſchaften dieſer Stoffe gegen die Mineralien ſind ſo mannigfaltig, daß man zulezt nicht weiß, welcher Theil der Wirkung dem Lichte allein, und welcher anderen Stoffen zuzuſchreiben ſey.

Das Thierreich iſt zu verwickelt: die Reſultate nothwendig wirkender Kräfte werden durch das mit Willkür und Freyheit, mit Einbildungskraft und mit Leidenſchaften verſehene Subject ſo ſehr modificirt, daß man aus dem Erfolge nur ſelten mit Zuverläſſigkeit auf die wahre Urſache ſchließen kann.

Endlich ſind in der Naturkunde immer genaue Beobachtungen künſtlichen Verſuchen, ſo wie einfache Verſuche den verwickelten und

zusammengesetzten, vorzuziehen. Nun gewährt gerade das Pflanzenreich diesen Vortheil. Die Vegetabilien sind überall auf der Erde verbreitet. Ueberall dem Lichte nach allen möglichen Abstufungen bis ins Dunkle ausgesetzt, gewähren sie alltägliche, einfache Beobachtungen und ungekünstelte Versuche.

Ich werde mich daher über diesen so lehrreichen Gegenstand etwas mehr verbreiten. Und da mir in diesem Fache die größten Naturforscher vorgearbeitet haben, so werde ich ihre Originalaufsätze durchgehen, getreue Auszüge davon liefern, und nichts unberührt lassen, was zur Erläuterung unserer Frage dienlich seyn kann.

Um ordentlich zu Werke zu gehen und die Uibersicht zu erleichtern, theile ich diesen Abschnitt in mehrere Artikel oder Absätze ein:

I. Von der Bewegung der Pflanzen und ihrer Blätter gegen das Licht.

§. 16.

Man kann in den Pflanzen dreyerley Bewegungen wahrnehmen, welche größtentheils vom Sonnenlichte abzuhangen scheinen.

Erstens beobachten die jungen Zweige und die Blätter der Bäume einen gewissen Parallelismus mit dem Boden, auf dem sie wachsen.

Zweytens drehen sich gewisse Pflanzen stets nach der Sonne, und alle richten sich nach dem Lichte.

Endlich öffnen sich einige Blumen nur den Tag hindurch, und schliessen sich des Nachts.

§. 17.

Dodart war der erste, welcher die Richtung der Sprossen, des Stammes, der Aeste und der Blätter mit Aufmerksamkeit betrachtete. Er verfolgte die Pflanzen vom ersten Keime an bis zum

vollständigen Wachsthume, und bemerkte überall bestimmte Gesetze da, wo man sonst nichts als willkürliches zu sehen pflegt. Seine Bemerkungen stehen in den Memoires de l'Acad. Roy. des sciences 1700 p. 47 sqq. aufgezeichnet: Sie beruhen ganz kurz auf folgendem Hauptfactum:

Die Stiele aller Pflanzen, die Stämme aller Bäume stehen, wenn kein Hinderniß da ist, auf dem Horizont senkrecht: der Saamen mag in tausenderley Lagen unter die Erde vergraben werden, so wird der Keim immer aufwärts, die Hauptwurzel abwärts treiben. Dodart machte hierüber mannigfaltige Versuche, und glaubt die wahrscheinlichste Ursache darin zu finden, daß die Fibern der Pflanzen durch die Feuchtigkeit verlängert, durch die Wärme der Sonne aber verkürzet werden: daß die Wurzel von der Erde, der Stiel aber und der junge Trieb der Pflanze von der Sonne angezogen werde. So lang dieser Trieb unter dem Erdreiche fortschleicht, kann er verschiedene Richtungen haben, sobald er sich über die Erde erhebt, strebt er sichtbar aufwärts zu wachsen; hier scheint der Einfluß der Sonne unverkennbar zu seyn. Allein im Ganzen bleibt hier noch vieles dunkel.

Getraide, Bohnen, Eicheln und dergl. welche durch künstliche Befeuchtung in freyer Luft treiben, wie beym Bierbrauer das Malz, treiben allemal aufwärts; was zwingt den Keim, diese Richtung anzunehmen, Feuchtigkeit, Luft oder Licht? denn dieses sind die drey Hauptelemente, welche auf den Keim wirken können.

Wir werden bald sehen, daß dem Lichte die Hauptwirkung zuzuschreiben sey.

§. 18.

Was Dodart nur im Rohen entwarf, hat Bonnet in seinem vortrefflichen Werke — Recherches sur l'usage des Feuilles dans les Plantes — weiter ausgeführt. Er widmet diesem Gegenstande das ganze zweyte Memoire unter der Aufschrift: De

la Direction et du Retournement des feuilles, et à cette occasion de la Perpendicularité et du Repliement des tiges.

Die Blätter der Kräuter sowohl als der Bäume, sagt er, behalten immer so eine Neigung, daß ihre obere Fläche dem Himmel oder der freyen Luft, die untere aber der Erde oder dem Innern der Pflanze zugewendet ist. Diese Richtung der Blätter kann durch unzählbare Zufälle geändert werden, und dennoch kömmt sie an allen Pflanzen und Bäumen wieder zum Vorschein. Woher so ein constantes Factum?

Um sich davon noch mehr zu überzeugen, neigte Bonnet die Zweige von mehr als zwanzig Gattungen krautartiger sowohl als holzartiger Pflanzen und erhielt sie lange Zeit in dieser widrigen Lage. Alle drehten sich allmälig um, und die Blätter nahmen zulezt wieder die vorige Richtung an. Jeder Versuch wurde bis auf vierzehnmal wiederholt. Die Umdrehung gieng gewöhnlich am Stiele des Blattes vor sich, zuweilen auch am Blatte selbst: dieses hängt von der relativen Lage des Zweiges ab. Folgendes sind die vorzüglichern dabey bemerkten Umstände:

§. 19.

a) Das Blatt wendet sich, wenn es kann, mehr gegen Mittag.

b) Junge Blätter geschwinder als alte; daher gelingen im Herbste diese Versuche nicht mehr so gut.

c) Die Blätter der Pflanzen drehen sich williger als jene der Bäume.

d) Die Blätter allzeit grünender Bäume so gut als andere.

e) Diese Umdrehung steht zwar auch zur Nachtzeit nicht ganz still, doch erfolgt sie geschwinder bey Tag.

f) Geschwinder bey heiterm Himmel und schöner warmer Witterung; am stärksten im Sonnenschein.

g) Wiederholt man dieſes Umdrehen bey demſelben Blatt öfters, ſo geht es immer langſamer vor ſich, indem das Blatt ſeine Beugſamkeit verliert.

h) Der Stiel und die Aeſte nehmen an dieſer Umdrehung gleichfalls Theil.

i) Der Miſtel (Viscum, le Guy) macht eine merkwürdige Ausnahme von dieſem allgemeinen Geſetze der Umdrehung. Dieſe Schmarotzerpflanze iſt gegen jede Richtung gleichgültig, wie ſchon DuHamel vor Bonnet bemerket hatte.

k) Die Sonne ändert oft durch das auf die obere Fläche des Blattes auffallende Licht die Richtung deſſelben und beſtimmt es zur Drehung. Des Nachts bemerkt man dieſes nicht.

l) Die Blätter der kleinen Malve, des Klees und der Atriplen folgen einigermaßen der Sonne von Frühemorgen bis Abends, beynahe wie die Sonnenblume. Ja beynahe alle Gräſer (plantes herbacées) ſind Sonnenblumen. Beym Roſenblatte iſt der Hang gegen die Sonne ſehr auffallend.

m) Zuweilen neigt ſich die ganze Pflanze gegen die Sonne hin, wie die Amarante à feuilles pourpres, die Aehren des Getraides und dergl.

n) Die Pflanzen fliehen den Schatten, um das Sonnenlicht zu gewinnen.

o) Malven, Klee und dgl. in Töpfen gepflanzt und im Wohnzimmer aufbewahrt, neigen ſich nach dem Fenſter hin, ſo wie die in dunkeln Kellern gezogene nach dem Zugloche hinzielen.

p) Auch unter Waſſer geht das Umdrehen der Blätter vor ſich, wenn nur das Licht darauf fallen kann.

q) Eine andere Wirkung des Sonnenlichtes beſteht darin, daß es die Blätter nach ihrer obern Fläche concav macht. Beym unächten Acacienbaum bemerkt man dieſes Spiel der Blätter ſehr auffallend; es ſcheint aber hier mehr die Wärme als

das Licht zu würken: denn bey der Ofenhitze schmurfen die Blätter immer zusammen: und sie werden überhaupt in ihrer Structur verändert.

§. 20.

Folgende zwey Bemerkungen verdienen noch besonders bemerkt zu werden.

r) Da die Gesundheit und das Wachsthum der Pflanzen ganz vorzüglich einen freyen Luftwechsel und ein ungehindertes Sonnenlicht zu fodern scheint, so hat die Natur die Blätter auf so eine Art an die Stiele und Aeste gereihet, daß für diese beiden Bedürfnisse bestmöglichst gesorgt ist. Immer folgen die Blätter in solchen Reihen auf einander, daß sie sich nur sehr wenig oder gar nicht bedecken und beschatten.

Saudage hat darauf sogar eine neue Methode der Pflanzenkenntniß gegründet (Mémoire sur une nouvelle méthode de connoître les Plantes par les feuilles, Montpellier 1743).

Linne hat darauf Rücksicht genommen in seiner Philosophia Botanica (p. 48. Edit. 8. 1751. Stockholmiae).

Bonnet theilt in dieser Rücksicht die Pflanzen in fünf Ordnungen (Usage des feuilles p. 162 etc.).

s) Das zweyte Factum ist dieses:

Betrachtet man im Frühjahre die mit dem Horizont parallel laufenden Schößlinge mehrerer Bäume und Gesträuche, so wird man bemerken, daß sich die Knospen dieser Schößlinge auf eine sehr ungleiche und doch regelmäßige Art aufschliessen. Die an der äußersten Spitze und auf der oberen Seite des Schößlings sitzenden öffnen sich früher als diejenigen, welche gegen den Hauptast zu, oder am untern Theile des Schößlinges aufsitzen.

Eben so richtig ist die Bemerkung, daß eine Pflanze auf der der Sonne ausgesetzten Seite mehr Knospen treibt, als auf der entgegengesetzten.

§. 21.

Aus diesen und noch vielen andern Beobachtungen und Versuchen zieht nun Bonnet folgenden Endschluß.

Die Blätter aller im Freyen vegetirenden Gewächse sind immer so gerichtet, daß ihre obere Fläche dem Himmel, ihre untere aber der Erde oder der Pflanze zugewendet ist. (II. Memoire). Die causa finalis dieser Richtung ist keine andere, als die Erreichung des Zweckes, warum die Blätter da sind. Ihre Hauptverrichtung besteht nämlich darin, das von der Erde aufsteigende Thau und die Feuchtigkeit einzusaugen. Dieses Einsaugen wird von der untern Fläche des Blattes verrichtet; die obere Fläche aber dient der untern zum Schutz und zum Schatten (I. Mem. ibid.) Wodurch wird nun diese Richtung erhalten? Bonnet glaubt durch die Wärme und durch die Feuchtigkeit.

Man kann mit Grund annehmen, daß die obere Fläche der Blätter aus solchen Fibern besteht, welche sich durch die Wärme zusammenziehen; die untere hingegen aus solchen, bey welchen eben dieses Zusammenziehen durch die Feuchtigkeit bewirkt wird. Die von der Erde aufsteigende Feuchtigkeit bestimmt die untere Fläche des Blattes sich dahin zu drehen. Dieses ist die Ursache der natürlichen Richtung der Blätter.

Ist ein Blatt nicht auf allen seinen Puncten gleich zusammengezogen, oder, was eben da hinauskömmt, ist die das Blatt umgebende Wärme nicht überall gleich, so ändert sich die Richtung des Blattes: die am meisten zusammengezogenen Theile drehen sich nach der Seite hin, wo die Wärme gewöhnlich am stärksten ist, und so ändert sich nach und nach die Richtung des ganzen Blattes. Was die Sonne bey Tag auf die obere Fläche des Blattes

bewirkt, das bewirkt die Feuchtigkeit des Nachts auf die untere Fläche des Blattes. Das Blatt erhält dadurch seine ihm natürliche Lage wieder ꝛc.

Auf diese Art bemüht sich Bonnet alle oben angeführte Erscheinungen zu erklären; freylich nicht immer am glücklichsten, auch nicht ganz vollständig, wie mirs scheint.

Wärme und Feuchtigkeit mögen immer auf alle Theile der Pflanze wirken, mögen Zusammenziehungen und Ausdehnungen, Krümmungen und Abplattungen hervorbringen. Nimmermehr wird man dadurch hinreichend erklaren, warum die beugsamen Gewächse (Bonnet führe selbst zwey auffallende Beyspiele an S. 171, 172) so sehr den Schatten fliehen, und sich gegen die beleuchtende Gegend hinwenden: warum sie in Kellern und überhaupt im Dunkeln sich allemal gegen die Zuglöcher und Fenster hinneigen ꝛc. Doch hievon werden wir bald lehrreichere Versuche anführen.

§. 22.

Tessier war es vorbehalten, die wahre Ursache von der Neigung der Pflanzen zu bestimmen und außer Zweifel zu setzen. Seine mannigfaltigen Versuche hierüber kann man in den Mem. de l'Acad. de sc. à Paris année 1783, p. 133 etc. nachlesen. Ich will das Wesentliche davon in einem kurzen Auszuge liefern.

Wenn man sieht, sagt Tessier, daß die Pflanzen, welche man in Kellern oder Treibhäusern unterhält, sich gegen die Fenster und Zuglöcher hinneigen, so wird man dem ersten Anscheine nach glauben, es geschehe darum, weil die Pflanzen nach der freyen Luft und dem Luftzuge streben. Allein, wenn man sich mit diesem Gegenstande ernstlich beschäftiget, so wird man zulezt überzeugt werden, daß diese weder der Nutation der Luft noch der Wärme, sondern einzig und allein dem Lichte zuzuschreiben sey. Ich sahe in einem Treibhause, welches mit einem einzigen Fenster versehen

war, wie sich mehrere Reihen von wilden Cichorien mehr oder weniger gegen das einfallende Licht hinneigten, je nachdem sie näher oder weiter vom Fenster entfernt waren. Eben dieses bemerkte ich bey Erdäpfeln, welche in einem Keller frisch getrieben hatten.

Um mich aber von der wahren Ursache dieses Phänomens vollends zu überzeugen und es in seinem ganzen Umfange zu fassee, legte ich mir folgende Fragen zur Beantwortung auf:

1. Geht diese Neigung der Pflanzen gegen das Licht auf der Erdoberfläche eben so wie in den Kellern vor sich? in wohl erleuchteten Cabineten so gut als in dunkeln Treibhäusern?
2. Ist diese Neigung verschieden, nach Verschiedenheit der Pflege, der Auferziehung und des Alters der Pflanzen?
3. Welche Abänderungen verursachen die unterschiedlichen Modificationen des Lichtes?
4. Was trägt die Stellung und die abgeänderte Lage der Pflanzen dazu bey?

§. 23.

Alle die Fragen wurden durch Versuche beantwortet, welche hauptsächlich mit Getraide und wilden Cichorien gemacht wurden; das Licht, welches auf die Pflanzen fiel, war theils Tages- theils Lampenlicht, und beides wieder bald frey auffallendes, bald durch Spiegel zurückgeworfenes.

Folgendes sind die Hauptresultate seiner Erfahrungen:

a) Je jünger die aus dem Samen frisch gezogene Pflanze ist, desto mehr neigt sie sich gegen das Licht: so wie sie an Alter und Wachsthum zunimmt, vermindert sich diese Neigung, vermuthlich, weil zarte Pflanzen weniger Widerstand leisten können, als mehr erwachsene. Die Größe der Neigung wurde mit einem Transporteur gemessen und in Graden angegeben.

b) Je entferuter die in Gartentöpfen erzogene Pflanze vom einfallenden Lichte steht, desto mehr neigt sie sich dahin. Bey zwey Pflanzen des frischkeimenden Kornes, wovon die eine 8, die andere 12 Fuß vom Fenster entfernt stand, verhielt sich, alles übrige gleich, die Neigung = 37:70, oder beynahe = 1:2.

c) Je mehr die Pflanzen auf einer Seite durch dunkle Körper des Lichtes beraubt werden, desto mehr neigen sie sich auf die entgegengesetzte Seite hin.

d) Ueberhaupt scheint die Neigung der Pflanzen gegen das Licht im zusammengesetzten Verhältnisse zu stehen

Ihrer Jugend und Zartheit,
Ihrer Entfernung vom Fenster,
Der Art ihrer Lage gegen das Licht,
Der Farbe der Körper, mit welchen sie umgeben sind,
Der Leichtigkeit, mit welcher der Keim aus der Erde hervorbricht.

§. 24.

Ferner folgt aus den Versuchen des Abbe Tessier:

e) Man mag mit dem Stande, dem Orte und der Lage aufkeimender Pflanzen wechseln wie man will, so werden sie sich immer wieder gegen das Licht wenden. Giebt man der geneigten Pflanze eine verkehrte Lage, so wird sich anfangs ihre Spitze, dann auch der zarte Stamm langsam aufrichten und wieder dem Lichte zuneigen. Eben dieses bemerkt man bey den Blättern.

f) Schneidet man die Schößlinge des Getraides bis auf die Wurzel ab, so wird sich die wieder nachtreibende Pflanze selten mehr neigen, und dieses nur schwach, weil die neuen Keime zu stark und zu unbeugsam sind.

g) Man mag Saamenkörner im freyen Boden oder in unterirdischen Behältnissen, in sehr stark oder nur schwach beleuchteten Zimmern zum Keimen bringen, so werden die jungen Schosse sich immer gegen das Licht neigen.

h) M. Fougeroux de Bondaroy bemerkte, daß Erdäpfel, welche in einen ganz dunkeln, weder mit Fenster noch Zugloche versehenen Keller gelegt wurden, zwar zu keimen anfiengen, allein diese Keime und Schößlinge erhoben sich nicht. Ohne Zweifel war die Beraubung alles Lichtes daran Ursache.

i) Dieses Bedürfniß äußert sich ganz auffallend in dichten Wäldern. Bäume, welche außen herum stehen, neigen sich gegen die freye Seite hin: die im Dickigt stehenden, wachsen schlanker auf, um das Freye zu gewinnen, oder gehen zu Grunde, wenn sie nicht Luft machen können.

k) Pflanzen, welche nur ein von Spiegeln zurückgeworfenes Licht erhalten, neigen sich gleichfalls gegen den Spiegel, doch nicht so stark als gegen das gerad auffallende Licht.

l) Das Licht einer brennenden Kerze machte dieselbe Wirkung; doch ebenfalls schwächer.

Durch diese Erfahrungen scheint mir also Bonnets Meynung, welcher das Drehen der Blätter und die Neigung der Schößlinge ausschließend der Feuchtigkeit und Wärme zuschrieb, hinlänglich widerlegt zu seyn.

§. 25.

Wenn Alexander v. Humboldt in seinen Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen S. 91, Note 142 sagt, daß man diese Neigung der Pflanzen falsch, sich nach dem Licht ziehen, nennt, indem die vom Fenster entfernten Pflanzen aus keiner andern Ursache sich neigen, als weil die Fibern des Stengels, die durch die Sonnenstrahlen gereizt werden, sich zusammenziehen und kürzer werden, so scheint es uns, der Misverstand liege nur im Ausdrucke, nicht in der Sache selbst. Die Pflanzen ziehen sich nicht nach dem Licht, sondern sie neigen sich gegen die helle, beleuchtete Seite hin, und dieses darum, weil das Licht so auf sie wirkt, daß ihr Stengel oder ihre Blätter diese Lage anzunehmen gezwungen sind.

Das Neigen der Pflanzen ist das reine Factum: die wahre Ursache davon blieb verborgen, ist noch zur Zeit nur halb entdeckt.

§. 26.

Ray war zuerst auf dem rechten Wege, allein er machte einen Mißgriff und haschte nach Luft anstatt nach Licht. Sein Freund, D. Sharroe, stellte aufkeimende Pflanzen in Blumentöpfen an ein Fenster, dessen eine Glasscheibe durchbrochen war. Er bemerkte, daß seine jungen Gewächse sich immer vorzüglich gegen diese Oeffnung hinneigten, man mochte sie wie immer versetzen und drehen. Dieser Versuch wurde oft wiederholt und diente lange zur Unterhaltung. Ray schloß daraus, es müsse die streichende Luft, nicht aber das Licht, an dieser Wendung der Pflanzen Ursache seyn, weil das Licht auch durch die Glasscheiben des Fensters fiel, Luft aber nur durch die Oefnung freyen Zug hatte. Er bedachte nicht, daß kein Glas vollkommen durchsichtig sey, Fensterscheiben am wenigsten: und daß also dieser Unterschied an Lichtmasse auf den Versuch Einfluß haben konnte. (Ray Historia plantarum T. I. p. 15.)

§. 27.

Hales verfiel auf die durch den Sonnenschein vermehrte Ausdünstung und die dadurch bewirkte Verkürzung der Pflanzenstengel. Als er in seiner Statique des Vegetaux (pag. 34. Paris 1735) von der Drehung der Sonnenblume redet, drückt er sich so aus:

„Mais ce n'est pas en circulant comme le soleil qu'elle „fait tous ces mouvemens. C'est par une nutation, dont „la cause est dans la tige. Car le coté exposé au soleil „transpire plus que les cotés opposés, et par consequent „fait courber la tige en se racoursissant, et cela d'autant „plus que la plante transpire d'avantage Or l'on sait, que

„le soleil transpire beaucoup. . . . . J'ai observé la même „chose sur les têtes de taubinanboûrs et des sèves des ma„rais, les jours d'un soleil fort chaud."

Allein diese Erklärung ist viel zu eingeschränkt; bey niedriger Temperatur, bey kargem Lichte, in Kellern, wo eine einzige Oefnung für das Licht da ist, paßt sie nicht mehr.

§. 28.

Was Dodart und Bonnet dachten, haben wir schon oben gehört. Dem Abbe Tessier bleibt also immer das Verdienst, durch vervielfältigte Versuche überzeugend dargethan zu haben, daß hier Licht als Licht wirke. Nun sollte nur noch das Wie ausgemittelt werden. Nachdem durch Galvani's wichtige Entdeckung die Naturforscher sahen, daß viele Substanzen durch Reiz auf einander wirken, wo man es am wenigsten hätte vermuthen sollen, verfiel man auf die Muthmaßung, daß auch das Licht ein kräftiges Reizmittel seyn könnte, und daß also viele Erscheinungen im Pflanzen- und Thierreiche, welche unstreitig von der Sonne als einem Licht und Wärme verbreitenden Körper herkommen, auf diese Art könnten erklärt werden.

§. 29.

Es ist nicht zu läugnen, daß Alex. v. Humboldt in diesem Zweige der Naturwissenschaft viele Verdienste hat. Seine Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen, seine Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, über die Zerlegung des Luftkreises, und viele andere gelehrte Abhandlungen zeigen von Scharfsinn, Beobachtungsgeist und viel umfassenden Genie.

Im ersten obgenannten Werke zählt er die Substanzen auf, wodurch die Reizbarkeit der Vegetabilien vermehrt und vermindert wird.

Unter die ersten setzt er: Sauerstoff, oxygenirte Kochsalzsäure, Metalloxyde, Wasser, mäßige Wärme, mäßige Electricität u. s. f.

Unter die zweyten aber: heftige Electricität, Sonnenstrahlen, zu große Wärme, Opium u. s. f.

In dieser Hinsicht sagt er von den Pflanzen (Aphorismen §. 9, S. 90, 91.): Der zarte und schwache Keim bleibt so lang in der Erde, als er den Reiz des Lichtes noch nicht zu ertragen vermag. Saamen, welche die Sonne nicht bescheinen kann, keimen geschwinder. — Pflanzen, welche den Sonnenstralen zu sehr ausgesetzt sind, fangen an zu welken: des Nachts erholen sie sich wieder und sammeln ihre erschlafften Kräfte.

Da hier das Licht unter den Mitteln erscheint, welche die Reizbarkeit vermindern, und man also den Autor misdeuten könnte, so erklärt er sich verständlicher in seinem Werke über die gereizte Muskel- und Nervenfaser (B. 2, S. 177 sqq.); hier sagt er:

Licht, Wärme, Magnetismus und Electricität sind die allgemein verbreiteten Kräfte, welche perpetuirlich reizend auf uns einwirken. In geringem Maase angewandt erhöhen sie die Lebenskraft und vermehren die Thätigkeit der Organe. Reizen sie zu lang, so bringen sie indirecte Schwäche hervor. . . . Je freyer und heftiger nun der Stimulus des Sonnenlichtes die sensible Faser treffen kann, desto früher tritt die Erschöpfung ein. . . . Mit Entfernung des Lichtreizes ist augenblicklich das Respirationsgeschäft der Pflanzen gestört.

§. 30.

Durch diese und ähnliche Bemerkungen haben wir in der Physiologie der Pflanzen einen merklichen Schritt vorwärts gethan.

Die Nutation der Pflanzen kann also durch Reiz des Lichtes erklärt werden. Die Folge eines Reizes auf Fasern und Muskeln ist Contraction, Reaction, entgegenwirkende Thätigkeit; bey lebenden Pflanzen: Neigung, Krümmung, und zwar an der Stelle, welche vom Lichte getroffen wird.

Um aber alle bey Stämmen, Zweigen, Stengeln, Blättern und Blumen sich ergebenden Erscheinungen daraus herzuleiten, müßte man freylich noch tiefer in das Geheimniß eindringen, und die Anatomie so wie die Physiologie der Pflanzen mehr auseinander setzen. Vielleicht muß man in manchen Fällen auch die Ausdünstung mit zu Hülfe nehmen, um so mehr, da die Ausdünstung in freyer Luft und im Sonnenschein gar sehr befördert, und, wie ich unten zeigen werde, den aus der Pflanze tretenden Dünsten durch das Sonnenlicht eine bestimmte Richtung gegeben wird.

Da endlich die ganze Vegetation einen unaufhörlichen chemischen Proceß vorstellt, wo immer Luft und Wasser zersetzt und gebildet werden, so kann auch dieses auf die bestimmte Lage der Pflanzen gegen die Sonne einen Einfluß haben.

§. 31.

Ich will diesen Absatz mit den Erscheinungen schließen, welche das Hedysarnm gyrans liefert, um so mehr, da sich dabey die Wirkung des Lichtes nicht miskennen läßt.

Eine gute Beschreibung und Erzählung mehrerer Versuche steht in Voigts Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte (B. 10, St. 3, S. 5-28.), woraus wir ersehen, daß diese bey uns noch immer seltene Pflanze Blätter von zweyerley Art hat: gröſsere Hauptblätter, welche sich den ganzen Tag hindurch aufrichten und wieder niedersinken, des Nachts aber niederwärts gebogen, ruhen und schlafen; dann kleinere Nebenblätter, deren Bewegung nicht bey jeder Pflanze beobachtet wird, auch nicht regelmäßig ist und überhaupt von einer ganz andern Ursache als die Bewegung der Hauptblätter herzurühren scheint.

Wir wollen also hier vorzüglich die Hauptblätter betrachten, und zwar bey einer Pflanze, welche ihren vollen Wuchs hatte.

§. 32.

a) Die Bewegung dieser Blätter richtet sich so genau nach dem verschiedenen Grade des Lichtes, daß man ihren Stand zu

jeder Stunde des Tages anders findet. In den Morgenstunden haben sie eine horizontale Richtung, sobald die Sonne darauf scheint, erheben sie sich immer mehr, bis endlich Stiel und Blatt eine Linie ausmachen und beynahe vertical stehen. So bleiben sie lange Zeit bey starkem Sonnenschein.

b) Abends sinken erst die Blätter, dann ziehen sich die Stiele gegen den Hauptstengel hin, und zuletzt legen sich auch die Blätter so genau an die Stiele an, daß des Nachts die Pflanze einen umgekehrten Kegel bildet.

c) Bey voller Mittagssonne bemerkt man auch eine zitternde, oft stark schlagende Bewegung der Blätter und der ganzen Pflanze. Dieses Zittern kann man auch durch verdichtetes Licht mittelst eines Convexglases hervorbringen.

d) Jede vorbeystreichende Wolke hat Einfluß auf die Lage der Blätter. Bedeckt man die Pflanze, bey stärkster Erection, mit einem undurchsichtigen Gefäße, so sinken die Blätter augenblicklich, und nach drey Minuten sind sie ganz zusammengefallen.

e) Das Mondenlicht und das künstliche Licht brachten keine Wirkung hervor.

f) Wiederholte electrische Funken brachten die Blätter zum Sinken: sie richteten sich auch den ganzen Tag nicht mehr auf. Ja durch fortgesetztes Funkenziehen kann man Blättern die Reizbarkeit auf immer nehmen.

Aus allen diesen Wahrnehmungen sieht man einerseits die große Reizbarkeit dieser Pflanze, andrerseits den thätigen Reiz des Lichtes.

§. 33.

Die Beobachtung e) scheint dem ersten Anschein nach Herrn v. Humboldt zu widersprechen (s. gereizte Muskelfaser B. 2, S. 188). Allein v. Humboldt redet von den Blättern der zweyten Art (folia stipulaeformia), welche ich hier darum übergehe, weil ihre Bewe-

gung nicht vom Lichte herzurühren scheint, wie im oben angeführten Aufsatz (S. 14-32) deutlich gezeigt wird.

Endlich unterscheidet sich diese Pflanze in Rücksicht ihrer Bewegung wesentlich von den verschiedenen Arten der Mimosa, von der Oxalis sensitiva, Dionae muscipula u. dergl. Ihr Zittern zur Mittagszeit ist ein Beweis, daß sie Muskeln besitze gleich den Thieren.

Das Wachen und Schlafen der Pflanzen.

§. 34.

Mit der Nutation, wovon ich eben geredet habe, scheint das Oefnen und Schließen der Blätter und Blumen viele Aehnlichkeit zu haben: Linnee nennt diese regelmäßige Bewegung das Wachen und Schlafen der Pflanzen. In seinen Amoenitatibus Academicis Vol. IV. S. 333-350 befindet sich ein schöner Aufsatz: Somnus plantarum, Praeside D. D. Car. Linnaeo, propositus a Petro Bremer Helsingo, Upsaliae 1755 Decembr. 10, in welchem sowohl die Pflanzen aufgezählt, als die Haupterscheinungen, welche man dabey bemerkt, sorgfältig beschrieben werden.

Unter dem Schlaf der Pflanzen versteht Linnee die Veränderungen, welche man bey den Blättern (folia) des Nachts bemerkt, und welche darin besteht, daß sich die Blätter einander nähern, berühren, einschließen, bedecken u. s. f. Er führt in obgenannter Schrift 51 Arten an, bey welchen man diese Veränderungen bemerkt.

Daß die Ursache dieses Schlafes der Pflanzen nicht, wenigstens nicht ganz allein, in der kältern Temperatur der Nachtluft zu suchen sey, beweiset er dadurch, daß man es auch in den Treibhäusern, bey unveränderter Temperatur, bey stets geschlossenen Fenstern bemerkt, wie sich die Blätter Abends zusammenziehen, und

mit der Morgendämmerung wieder öffnen. Zarte Blätter sind immer empfindlicher als ausgewachsene.

§. 35.

Aehnliche Veränderungen, welche sich bey den Blumen zeigen, belegt Linnee mit dem Wachen der Pflanzen. In seiner Philosophia Botanica, Stockholmiae 1751, führt er 46 Arten an, welche er Flores solares nennt, und die sich zu gewissen Stunden des Tages öffnen, ausbreiten und wieder schliessen.

§. 36.

Daß an diesem Oeffnen und Schliessen der Blumen, so wie an der bestimmten nächtlichen Lage der Blätter die Sonne Antheil habe, ist keinem Zweifel unterworfen.

Hier nur einige Erfahrungen von Decandole aus dem Journal de physique Tom. LII. p. 124 sqq. und von Meese Journal de physique Tom. IV. Part. II. p. 453 sqq.

Bellis perennis mit ganz offnen und zum Theil geöffneten Blumen zu Anfang Aprils in die Dunkelheit versetzt, schloß ihre Blumen schon nach Verlauf von vier Stunden, und blieb so, bis um die Mitte des Mays die Pflanze abstarb.

Anagallis Monelli, deren Blüthen sich des Nachts und an düstern Tagen zu schliessen pflegen, schloß sich in der Dunkle sogleich, ohne sich je mehr zu öffnen, bis sie ganz verwelkte.

Eben so verhielten sich im Dunkeln die Blumen des Narcissus poeticus und Mesembryanthemum; bey andern, als Lotus Dorcinium, Cheriantus incanus etc. fielen die Blumenblätter zeitig ab. Bey keiner gieng die Befruchtung vor sich.

§. 37.

Decandole's Erfahrungen stimmen damit überein: dazu wurden gebraucht a) mehrere Cistusarten, welche im Freyen des Morgens

ſich öffnen und Nachmittags abfallen. Die Blumenblätter des Cistus villosus fielen im Dunkeln am erſten Abend ab: die vom Cistus albidus dauerten 2 Tage, jene vom Cistus apenxinus $2\frac{1}{4}$ Tage; und die Blumenkronen verſchiedener andern Cistus ſchloſſen ſich ohne abzufallen, was niemals im Freyen geſchieht.

b) Aehnliche Verſuche wurden mit den Blumen der Oenotheren, Belles de nuit, des Ornithogallum umbellatum, Convolvulus purpureus, Silene amara und sericea, mit verſchiedenen Arten der Ficoides u. a. gemacht. Der Erfolg blieb ſich nicht immer gleich: auf einige wirkte das künſtliche Licht der Lampen, auf andere nicht. Auch die Temperatur wurde durch Ofenhitze erhöht. Dieſe ſcheint wohl nicht die wahre Urſache dieſer Erſcheinungen zu ſeyn: aber auch die Wirkung des Lichtes reicht nicht hin, alle Umſtände zu erklären, obwohl es bey einigen unläugbar mitwirkt. Verſchiedenheit an der Organiſation, an der Irritabilität u. dgl. möchten wohl vieles dazu beytragen.

Auch die täglichen Bewegungen des Hedysarum gyrans könnte man als ein Wachen und Schlafen der Pflanzen anſehen.

II. Von der grünen Farbe der Pflanzen und von der Bleichſucht.

§. 38.

Jedermann weiß, daß die Pflanzen, ſelbſt im beſten Boden, bey freyem Luftzuge und beym Genuß aller zum Wachsthume zuträglichen Wärme nichts deſto weniger ſiechen, ſich entfärben, lang und mager werden, entweder gar keine oder doch unvollkommene Blüthen und Früchte tragen, und endlich ganz verderben, wenn ſie des Sonnenlichtes beraubt ſind, wie wir zum Theil in unſern Treibhäuſern ſehen.

Das Herz des Lattichs und der Kohlarten, bey denen ſich die mittleren Blätter zuſammenziehen, und alſo vom Zutritt des

Lichtes geschützt sind, bleiben weiß und wässerig, wenn auch die äußern Blätter dieser Pflanzen sehr frisch und grün aussehen.

Die Knospen der Rose, der Nelke und anderer Blumen haben weißlichte Blumenblätter, welche sich erst während dem allmähligen Oeffnen des Kelches mit Farben schmückeu, indem sie für die Wirkung der Lichtstralen empfänglich werden.

Unsere Gärtner wissen sich diese Eigenschaft zu Nutze zu machen, indem sie Gewächse, welche weißlicht bleiben sollen, zusammenbinden, in Stroh einhüllen, mit etwas bedecken u. dgl.

§. 39.

Da nun die grüne Farbe der Vegetabilien und überhaupt das mannigfaltige Farbenspiel der Körper des Pflanzenreiches mit dem Lichte in enger Verbindung steht, so ist hier der rechte Ort, theils das Phänomen selbst zu erörtern und zu bestätigen, theils die wahrscheinlichste Ursache desselben anzugeben.

Daß das Sonnenlicht zum Grünen der Gewächse nothwendig ist, wird jedermann leicht zugeben. Die Erfahrung ist zu allgemein, und vermuthlich so alt als das Menschengeschlecht selbst. Doch hat man sich erst späterhin damit abgegeben, alle Umstände genauer zu untersuchen, und außer den alltäglichen Beobachtungen auch Versuche zu machen.

§. 40.

Aristoteles, unser ältester Naturforscher im wahren Verstande, macht in verschiedenen Stellen seiner Schriften hievon Meldung. Doch scheint mirs nach Durchlesung seiner Schriften, er schreibe die grüne Farbe der Gewächse mehr der Luft, als dem Lichte zu, und Herr v. Humboldt läßt den Aristoteles mehr sagen, als er wirklich hierüber sagt. (Annalen der Botanik, von Usteri, St. 3, S. 237, Zürich 1792). Ich würde diesen Umstand gar nicht berühren,

wenn nicht so viele neuere Schriftsteller sich auf Humboldts Wort beriefen, ohne in der Quelle selbst nachgesucht zu haben.

Aristoteles sagt (περι φυτων Cap. VI.): „Jede Pflanze fo„dert zum Vegetiren vier Bedingnisse; einen bestimmten Saamen, „einen schicklichen Ort, mäßig viel Wasser und eben so Luft. Tref„fen diese vier Umstände zusammen, so keimt die Pflanze auf und „wächst: wo nicht, so wird sie schlecht fortkommen. So sind z. B. „die zu kalten Gegenden (τοποι απομεμαχρυσμενοι του ἡλιου) „für die Vegetation nicht günstig. — So bemerken wir, daß die „Pflanzen erst dann Blätter treiben und endlich Früchte bringen, „wenn der Tag zu wachsen anfängt." — Ferner Cap. VIII: „Die „grüne Farbe ist die gewöhnlichste bey den Bäumen. Inwendig „sind sie weiß, auswendig aber grün; dieses trifft überhaupt bey „allen Pflanzen zu und kömmt von der Wärme her, welche macht, „daß die äußern Theile ausdünsten, die innern aber nicht. . . . „Ist der Ort ringsumher eingeschlossen und bedeckt (περιεχεκαλυμ„μενος), so wachsen die Pflanzen nicht, oder sie treiben wenigstens „keine Blätter; denn die Erde hat hier die gehörige ευκρασια, „oder Beschaffenheit und Mischung der Luft und des Wassers, nicht."

§. 41.

Noch deutlicher äußert sich Aristoteles hierüber in seinem Buche περι χρωματων, wo er seine Gedanken über die natürlichen Farben der Körper ungefähr so vorträgt:

Einfach heißen diejenigen Farben, welche man unmittelbar aus den vier Elementen (dem Feuer, der Luft, dem Wasser und der Erde) ableitet. Ihrer sind nur drey, als weiß, gelb und schwarz, denn Luft, Wasser und Erde sind ursprünglich weiß; das Feuer aber und die Sonne sind gelb: mischt man die Elemente mit einander, so entsteht die schwarze Farbe. Alle übrige Farben entstehen durch Mischung der Einfachen. Dunkelheit, Finsterniß

(σκοτος) ist Mangel, ist Beraubung des Lichtes, aber keine Farbe. Cap. I.

Der Grund der so mannigfaltigen Farben liegt vorzüglich im Lichte der Sonne, im Lichte des Feuers (denn Feuer erscheint nur durch das Licht gefärbt), in der Luft und dem Wasser, und in der unzählbaren Mischung dieser Wesen. Cap. II.

Nie sehen wir eine einfache Farbe, wie sie in sich selbst ist, sondern immer nur Mischungen von Farben; daher es ein ausgemachter Satz ist, daß alle unsere Farben ein Gemisch von dreyerley Substanzen sind; denn sie entstehen 1) aus Licht, 2) aus dem Mittel, wodurch das Licht geht, als Wasser und Luft, 3) aus den gefärbten Unterlagen, welche das auffallende Licht zurückwerfen.

Die erste Farbe, welche sich bey aufkeimenden Pflanzen zeigt, ist die grasgrüne (πωωδης); die Sprößlinge, Blätter, Früchte und Saamen haben allemal anfangs diese Farbe: eben dieses bemerkt man beym Regenwasser, welches eine Zeitlang steht, und so nach und nach wieder verdünstet. Hieraus läßt sich die grüne Farbe der Vegetabilien erklären. Denn da alles längere Zeit stehende Wasser, wenn sich die Sonnenstralen damit verbinden können, anfangs grün ist, dann ins Schwarze übergeht, und endlich beym Vertrocknen wieder grün wird, so kann man daraus schliessen, daß die Feuchtigkeit (ὑγρον), welche sich selbst überlassen veraltet und vertrocknet, schwarze Farbe annimmt, das Vertrocknete aber den Sonnenstralen ausgesetzt ins Grüne übergeht, indem sich hier das Gelbe mit dem Schwarzen vermischt. . . .

Kann sich aber die Feuchtigkeit nicht mit Sonnenstralen vermischen, so bleibt die weiße Farbe unverändert. Daher kömmt es, daß alle Theile der Vegetabilien, welche aus der Erde hervorragen, anfänglich grün sind, die unter der Erde liegenden aber weiß; als die Wurzeln, Stengel u. s. f., auch die Schoße, wenn sie nahe an der Erde liegen; schafft man von diesen bedeckten Pflanzentheilen die Erde weg, so werden sie auch grün. Cap. V.

So weit Aristoteles. Hierin wird man wohl das nicht finden, was v. Humboldt den Aristoteles sagen läßt.

§. 42.

Unter den neuern Naturforschern war Ray einer der ersten, welche die grüne Farbe der Blätter dem Sonnenlichte zuschrieben. Er sagt in seiner Historia plantarum (Londini 1686. T. I. p. 15.): Nobis tamen non tam aer quam lumen, luminisve actio *coloris in plantarum foliis viridis* causa esse videtur. Nam externo aere excluso plantae tamen nonnullae viridem utcunque colorem acquirunt et retinent, ut in vitreis operculis seu campana tegi solitis cernitur, ut v. gr. in planta mimosa, humili nostratibus dicta, quae ob coeli nostri frigiditatem aeris externi appulsum non patitur, sed perpetuo tegi postulat, et tamen colore viridi tingitur. Vitrum autem, quamvis lumen admittat, aerem excludit. Unde colligimus, luminis actionem causam viroris esse. Eaedem enim plantae vaso opaco tectae haud dubie pro viridi pallidum induerent colorem, ut in conclavi clausis contingit. . . .

Andere Naturforscher, sagt Ray, schreiben dieses der Luft zu, als Grevius (Anatome plantarum), Sharroc (Histor. Propagat. Vegetabilium etc.), doch scheine das Licht den größten Antheil daran zu haben.

§. 43.

Bonnet war vermuthlich der erste, welcher über die grüne Farbe und die Bleichsucht der Pflanzen künstliche Versuche veranstaltet hat. Er beschreibt sie in seinem Buche sur l'Usage des Feuilles §§. 79 - 113.

Die Pflanzen, welche er dazu wählte, waren Erbsen und Schminkbohnen.

Ettiolement, Ettioler heißt in der Kunstsprache der Gärtner der Zustand einer Pflanze, wenn sie mit einem langen, dünnen, auffallend weissen Stiele aufschießt; dabey kleine, übelgestaltete, bleichgrüne Blätter treibt. Um zu entdecken, ob dieser widernatürliche Zustand der Pflanzen vom Mangel der Luft, oder der Wärme, oder aber des Lichtes herkomme, steckte Bonnet um die Mitte des Septembers drey Erbsenkörner in den kalten Boden gegen Nordost; eins davon blieb ganz frey, wie gewöhnlich; das zweyte wurde mit einem Glascylinder, das dritte mit einem hohlen Parallelepipedon von Holz bedeckt. Der Glascylinder, so wie der hölzerne Verschlag, waren oben verschlossen und unten in die Erde versenkt.

§. 44.

a) Zu Ende Octobers zeigte sichs, daß die Pflanzen Nr. 1. und 2. einander ziemlich ähnlich waren, nur war die unter Glas nicht ganz so hoch. Die im dunklen Kasten befindliche hingegen hatte einen beynahe dreymal höhern, schlanken und weißen Stengel, an dessen Spitze Blätter von schwachem Grün und ungestalteter Form saßen. Erde, Temperatur und Saatzeit waren bey allen gleich.

b) Schminkbohnen lieferten dasselbe Resultat.

c) In einem dritten Versuch wurde eine Seite des hölzernen Kastens abgenommen und mit sehr durchsichtigem Glas ersetzt, das gegen Norden stand, damit auf die Pflanze die Sonne nie scheinen konnte. In diesem Falle bemerkte man an der Pflanze kein Ettiolement.

d) Eine Rebenknospe (boulon) wurde in eine Röhre von Weißblech, die oben offen und auswendig mit Moos bekleidet war, senkrecht gesteckt. Nach 5 bis 6 Wochen hatte die Knospe einen langen, sehr geraden, weissen Stengel getrieben, welcher am obern Ende sehr kleine, gelblichtgrüne Blätter trug. Man versetzte diesen Stengel in Moos, allein er wurde bald schwarz und vertrocknete.

§. 45.

Diese Versuche wurden noch dahin abgeändert, daß man sich verschiedener Bedeckungen (Etuis) von weissen Kartenblättern, von blauem Papier, bald oben geschlossen, bald offen; bald mit Oeffnungen und Fensterchen versehen, bediente.

Das Resultat aller Versuche war, daß das Ettiolement desto auffallender wurde, je vollkommner die Dunkelheit war.

e) Pflanzen, welche unter Bedeckungen von Holz oder blauen Papier wachsen, zeigten sich am bleichsten, viel weniger aber die Pflanzen unter weißem Papier.

Bey jenen, welche im Freyen und unter Glascylindern standen, bemerkte man keinen Unterschied.

f) Hatten die Bedeckungsröhren kleine Oeffnungen, so war die Farbe der Pflanzen diesen Stellen gegenüber grüner als an andern Stellen.

g) Wurden gebleichte (étoillés) Schminkbohnen im Sommer der freyen Luft ausgesetzt, so nahmen sie nach 24 Stunden auffallend eine grüne Farbe an; in düstern Herbsttagen hingegen zeigten sie selbst nach Verlauf mehrerer Wochen noch keine grüne Farbe.

§. 46.

Endlich verfiel Bonnet auf den Gedanken, durch Bedeckung die natürliche Farbe der Baumblätter zu verändern, wozu er den Kirsch- und Apricosenbaum wählte. Den 1. August wurden zwey Aeste dieser Bäume in hölzerne Kästen verschlossen, doch so, daß sie mit dem Hauptstamm wie zuvor in Verbindung blieben, nur konnte nicht der mindeste Lichtstral auf sie fallen. Nachdem diese Behälter den 24. August geöffnet wurden, sah man, daß

h) die Blätter noch ganz grün abgefallen waren. Doch zeigten sich längst den Adern der Blätter weißlichte Streifen, als ein Anfang der Bleichsucht.

i) Violete Weintrauben in dunkle Etuis verschlossen ehe sie noch angefangen hatten ihre Farbe zu ändern, nahmen nur die Farbe Oeil de perdrin sehr schwach an. Andere Trauben von eben der Art unter Glas gestellt, färbten sich wie gewöhnlich.

k) Die Aeste der Himbeer- und anderer Gesträuche, welche horizontal fortschleichen, wird man an der untern Seite weißlicht finden, während die obere [der Sonne mehr ausgesetzte] braun ist.

Bonnet schließt mit folgenden Worten:

„Aus allen diesen Versuchen scheint zu folgen, daß das Licht „hier die Hauptrolle spiele. Aber warum bewirkt die Beraubung „des Lichtes das Entwickeln der Blätter und das schnelle Aufschies„sen der Stengel? Soviel ist gewiß, daß lezteres von der ausser„ordentlichen Zartheit und Biegsamkeit derselben herkömmt. Warum „trägt aber das Licht (nicht die Wärme) so viel zur Verhärtung „derselben bey? denn ungeachtet aller Wärme verbleichen die Pflan„zen im Dunkeln und behalten ihre Biegsamkeit.“

Alles dieses verdiente noch tiefer untersucht zu werden.

§. 47.

Der für die Wissenschaften zu frühe verstorbene Meese scheint diesen Wunsch erfüllt zu haben; er gab sich lange mit diesem Gegenstande ab, bis ihn 1775 der Tod überraschte. Van Schwinden brachte seine Papiere in Ordnung, und machte dessen Versuche im Journal de Physique 1775 (December), und 1776 (Februar) bekannt.

Meese schränkte sich nicht blos auf die Blätter ein, er untersuchte auch, welchen Einfluß das Licht auf das Keimen, auf die Haare der Pflanzen, auf die Befruchtung, auf die Blüthen und auf die Wasserpflanzen habe.

§. 48.

Daraus ergaben sich folgende Resultate:

a) Die Saamen treiben im Dunkeln eben so gut als im Lichten. Das Licht scheint also hierauf keinen Einfluß zu haben. So bald aber die Pflanze aus ihrer Hülle getreten ist, bedarf sie des Lichtes zu ihrem Fortkommen; daher der Keim und die junge Pflanze ein bleichsichtiges Aussehen hat, ehe sie aus der Erde hervorsticht.

b) Junge Pflanzen leben im Dunkeln nicht lange; bereits erwachsene aber treiben noch Zweige.

c) Hat die Pflanze in freyer Luft Blätter getrieben, und sie wird nun ins Dunkle versetzt, so gehen die grünen Blätter zu Grund; jene aber, welche erst im Dunkeln hervorgekommen sind, halten länger aus.

d) Die von Natur aus grünen Theile der Pflanzen werden im Dunkeln gelb, die purpurfarbnen Theile aber scheinen sich nicht zu ändern.

e) Der Bau der Haare scheint im Dunkeln ein wenig verändert zu werden.

f) Die Bleichsucht hat auch bey den Wasserpflanzen statt, wenn das Licht nicht durch das Wasser dringen kann *).

g) Im Dunkeln kömmt die Befruchtung nicht zu Stand; doch machen unterirdische Pflanzen hievon eine Ausnahme, denn diese tragen auch unter der Erde Früchte.

---

*) Es befinden sich in dem mir anvertrauten Naturalienkabinet mehrere in Weingeist aufbewahrte Corallinen des Mittelländischen Meeres, welche denen von Ellis (Naturgeschichte der Corallenarten Tab. XVIII. XIX.) abgezeichneten sehr ähnlich sind. Alle sind gelblichtweiß. Ist dieses ihre natürliche Farbe oder bleichen sie sich erst, wenn sie aus der See kommen und in Weingeist aufbewahrt dem Tageslichte ausgesetzt werden? Die Naturforscher nehmen auf die eigenthümliche Farbe dieser Gewächse wenig Rücksicht.

h) Der Blumenstaub bildet sich auch im Dunkeln, wenigstens dem äußern Anschein nach.

i) Die Dauer der Blüthen scheint kürzer zu seyn, im Dunkeln; doch fielen die Versuche nicht entscheidend genug aus.

k) Immer grünende Pflanzen bleichen sich weniger, als die jährlichen.

l) Bey jungen Pflanzen erreichte die Bleichsucht schon nach fünf Tagen das Maximum; bey schon erwachsenen aber erst nach zehn Tagen.

m) Pflanzen, welche häufiger ausdünsten, sterben auch früher. Dieser Satz wurde dnrch mühsame Versuche bestätiget.

Meese wiederholte auch alle oben von Bonnet gelieferte Versuche, mit mehrern Abänderungen, vorzüglich die Versuche g, h, i, k.

n) Endlich fand Meese, daß das schnelle Aufschießen junger Pflanzen, welches Statt hat, wenn sie im Dunkeln keimen, auch durch die Wärme und größere Feuchtigkeit befördert wird.

§. 49.

Nach den mühsamen Beobachtungen und Versuchen eines Bonnet und Meese schien nun das Bleichen der Pflanzen im Dunkeln (Ettiolement) ganz erschöpft zu seyn.

Dennoch nahm Tessier diesen Gegenstand noch einmal vor, hauptsächlich in der Absicht, um zu bestimmen, ob die verschiedenen Modificationen des Lichtes auf die Farbe der Pflanzen eben den Einfluß haben, wie das gerad auffallende Licht (Mem. de l'Acad. Roy. des scienc. 1783. pag. 145-156.). Ein Umstand, welchen man vor ihm noch nicht untersucht hatte.

Die Versuche wurden in einem Keller gemacht, welcher zehn bis zwölf Fuß tief, vierzig lang, und sieben breit war. An beyden Enden befand sich ein Zugloch, wodurch das Licht nur auf einige Fuß weit geworfen wurde: in der Mitte war es vollkommen dun-

kel. Mittelst jener Oeffnungen konnte man auch einen freyen Luftzug unterhalten. Die Temperatur des Kellers war 12° Reaum., jene der freyen Luft ohngefähr 24°.

Zu Versuchen dienten Korn, wilder Wegwart, sehr grüner Lattich, solanum frutescens, Rüben.

§. 50.

Folgendes sind die Resultate seiner Versuche:

a) Die Blätter der Pflanzen, welche im freyen Tageslichte wachsen, sind überhaupt grün, wenn nicht besondere Umstände, als Krankheit, Hitze u. dgl., Aenderungen machen.

b) Pflanzen, welche in unterirdischen Behältern erzogen werden, erhalten ein desto schwächeres Grün, je weniger sie beleuchtet sind, und je schiefer das Licht einfällt.

c) Pflanzen, welche in Kellern das gerad einfallende Licht erhalten, sind grüner, als welche es nur durch Reflexion erhalten. Wächst die Zahl der Reflexionen durch mehrere in gehöriger Stellung angebrachte Spiegel, so bleibt die Farbe auch grüner.

d) Directes oder reflectirtes Lampenlicht hat keine so große Wirkung, als directes oder reflectirtes Tageslicht *).

e) Um eine Pflanze zu entfärben, braucht sie eben nicht sehr weit vom einfallenden Lichte entfernt zu seyn, wenn sie nur dagegen geschützt ist.

f) Nicht alle Pflanzen befinden sich in unterirdischen Gewölben gleich gut oder gleich schlecht: sondern die eine mehr, die andere weniger.

g) Auch das Mondenlicht trägt zur grünen Farbe der Pflanzen etwas bey.

---

*) Decandolle beleuchtete einen Keller mit sechs Lampen à la Quinquet; die darin keimenden Pflanzen erhielten gleichfalls ein etwas schwächeres Grün als ähnliche in freyer Luft. Journal de Physiq. T. LII. p. 124.

h) Auch blaues und gelbes Licht (welches nämlich durch sehr dunkelblaues und gelbes Glas fiel) bewirkt die grüne Farbe der Pflanzen.

§. 51.

Endlich komme ich auf die Arbeiten des Senebier. Dieser unermüdete Naturforscher wählte sich aus dem unermeßlichen Reiche der Natur vorzüglich das Licht zum Gegenstand seiner Untersuchungen. Sollte Senebier auch nichts neues entdeckt haben, so kann man ihm doch das Verdienst nicht abstreiten, alle Versuche seiner Vorgänger und Zeitgenossen über diesen Gegenstand wiederholt, mannigfaltig abgeändert, berichtiget und mit Zusätzen bereichert zu haben. Seine mühsamen Arbeiten und unzähligen Versuche findet man in folgenden Schriften:

Memoires physico-chimiques sur l'Influence de la Lumière, solaire pour modifier les Etres de trois regnes de la Nature, et sur tout ceux du regne Vegetale, par Jean SenebierGeneve 1782, 3 Vol. 8. *).

Recherches sur l'Influence de la Lumière solaire pour metamorphose l'air fixe en air pur, par la Vegetation etc. à Genève 1783. 1 Vol. 8. *).

Nouvelles Experiences sur l'Action de la Lumiére solaire pour la Vegetation. Genève 1788. 8.

La Physiologie Végétale 1791. — Ein weitläufiger Artikel in der Encyclopédie methodique. Erschien besonders und viel verbessert in 5 Bänden in 8. zu Genf 1799.

Endlich viele Aufsätze, welche im Journal de Physique zerstreut vorkommen.

*) Wir haben von diesen zwey Werken auch eine deutsche Uebersetzung, welche 1785 in 4 Bänden zu Leipzig erschien; sie ist aber sehr schlecht, und von einem weder der Sprache noch der Sache kundigen Manne veranstaltet worden. Er war so klug, seinen Namen nicht beyzusetzen.

Ich habe dieſe lehrreichen Abhandlungen mehr als einmal durchleſen, und es wird mir nichts entgehen, was zu unſerer Frage gehört.

§. 52.

Um hier in meinem Gegenſtande [von der grünen Farbe der Pflanzen und der Bleichſucht] fortzufahren, ſo hat Senebier den Umſtand, welchen Teſſier nur berührt hatte, weiter ausgeführt; wie ſich nämlich das verſchieden gefärbte Licht in ſeiner Wirkung auf die Farbe der Pflanzen verhalte. Dieſe, ſo wie viele andere Verſuche, ſind dem Senebier ganz eigen, denn ſie wurden früher als jene des Teſſier veranſtaltet.

Um die Pflanzen ſtets vom Lichte einer beſtimmten Farbe beſcheinen zu laſſen, bediente ſich Senebier geräumiger Flaſchen von weißem und dünnen Glaſe, mit eingedrücktem Boden, als wenn zwey Flaſchen an einander geblaſen wären: der Zwiſchenraum wurde mit gefärbtem Waſſer angefüllt, und unter den hohlen tief verſenkten Boden kommen die Pflanzen zu ſtehen. Der Karmin wurde zur rothen, der Lacmus zur blauen, und die Gelbwurz zur gelben Farbe gebraucht.

Dieſe Anrichtung würde noch vollkommener geweſen ſeyn, wenn man zugleich die innere Luft mit der äußeren hätte in Verbindung geſetzt, welches mittelſt einer gekrümmten Glasröhre leicht hätte geſchehen können. Ich wenigſtens bediene mich dazu ſo einer Anrichtung, um der Pflanze unter der Glocke auch einen Luftzug zu verſchaffen.

Dieſe, vier Jahre hindurch fortgeſetzten Verſuche gaben folgende Reſultate (die Pflanzen waren: aus Samen gezogener Sallat, Spinat und Schminkbohnen):

§. 53.

a) Höhe des Wuchſes. Die Pflanzen im gelben Lichte waren, nach Verlauf von neun Tagen, vom Keimen an gerechnet

am höchsten aufgeschossen; hierauf folgten die im violetten Lichte, dann die im rothen; diejenigen, auf welche das Licht durch reines Wasser fiel, waren die niedrigsten.

Die Pflanzen im Dunkeln starben am achten Tage, die im gelben Lichte am neunten Tage, die übrigen erhielten sich 6 Wochen und drüber.

b) Gestalt und Farbe der Blätter. Die Blätter nahmen an Breite und Glätte in folgender Ordnung ab: Freye Luft, gemeines Wasser, violet, roth, gelb.

Im violetten Lichte nahm die grüne Farbe mit dem Alter zu.

Im rothen behielten die Pflanzen gleichfalls ihre grüne Farbe.

Im gelben kamen sie zwar grün zum Vorschein, verbleichten aber hernach.

Dieses gilt von den Sallatpflanzen; die Schminkbohnen lieferten ähnliche Resultate: die Blätter im violetten Lichte erhielten ein ins Schwarze fallendes Grün; die im rothen schienen minder dunkelgrün; die im gelben am wenigsten.

c) Die Wirkung des violetten Strahlens scheint vom Grade der Wärme und der Beleuchtung nicht abzuhängen, sondern aus seiner besondern Beschaffenheit zu entspringen.

Ueber die grüne Farbe unterirdischer Gewächse.

§. 54.

Schon Meese bemerkte (Journal de Physiq. 1775 Decbr. p. 456), daß es Pflanzen gebe, welche unter der Erde wachsen und Früchte tragen. Er versprach hierüber eigens zu handeln; allein der Tod hinderte ihn, sein Versprechen zu halten.

Ingenhouß, welcher 1779 die ersten Versuche mit Pflanzen bekannt machte, sagt im 10ten Abschnitt: daß Pflanzen im Stickstoff-

und im Wasserstoffgas auch in wenig hellen Zimmern fortkommen, und selbst des Nachts das Wasserstoffgas in Knallluft verwandeln.

Senebier gieng noch einen Schritt weiter und machte die schöne Entdeckung, daß Pflanzen in obgenannten zwey Gasarten selbst in den dunkelsten Behältnissen grün blieben; eine Erscheinung, welche ganz gegen die bisher gefaßte Meynung stritt, daß die grüne Farbe der Vegetabilien lediglich vom Licht abhange, und daß die Pflanzen im Dunkeln unfehlbar siechen und bleichsichtig werden. Frische Schosse von Schminkbohnen, welche an einem sehr dunkeln Orte standen und mit einer Atmosphäre von Stickstoff umgeben waren, blieben weit grüner als andere, welche unter gleichen Umständen in atmosphärischer Luft vegetirten; sie trieben auch Blätter, welche gleich von ihrem Ursprunge an grün waren.

Alle grüne Pflanzen, welche im Stickstoffgas ins Dunkle gebracht wurden, behielten ihr Grün, auch wurden die Blätter an den neuen Schößlingen nie weiß.

Pflanzen im Wasserstoffgas verhielten sich eben so; nur mußte dem inflammablen Gas etwas atmosphärische Luft beygemischt seyn.

§. 55.

Diese merkwürdigen Erscheinungen machten wenig Aufsehen, bis endlich v. Humboldt die Naturforscher darauf aufmerksamer machte. Es konnte dem Herrn Oberbergmeister bey seinen mannigfaltigen bergmännischen Geschäften nicht entgehen, daß man oft in den tiefsten Gruben grüne Pflanzen antrifft, wo kein Sonnenstral hindringen kann. v. Humboldt kündigte diese Beobachtungen zuerst an im Journal de Physique, Janvier 1792. — In den Annalen der Botanik 1792 3ten St. S. 237, (in einem Brief an Usteri d. d. 10. Jan. 1792). Und lieferte endlich in Grens Journal der Physik 1792 B. V, Heft 2, S. 195-205 einen eigenen Aufsatz, wovon hier das Merkwürdigste folgt.

§. 56.

a) Die Rasenstücke, welche in den Gruben bey Verstopfung des Tragewerks ꝛc. gebraucht werden, befanden sich, des Sonnenlichtes beraubt, nach mehrern Monaten noch grün.

b) Alex. v. Humboldt sah in einer Teufe von 2 bis 300 Ellen Poa compressa, Poa trivialis, Briza media, Bromus mollis, selbst Plantago lanceolata, Trifolium officinale, Trifolium Arvense u. a. m. keimen, neue Blätter treiben, die alten nicht abwerfen, mit Rispen blühen u. s. f. alles wie auf der Oberfläche der Erde.

c) Die Farbe dieser unterirdischen Gewächse war bey einigen völlig grasgrün, bey andern etwas lichtergrün, bey noch andern hell apfelgrün.

d) Eine riesenmäßige Flechtenart von 7–8 Fuß Höhe (Lichen verticillatus Humboldi) auf drey Freyberger Gruben einheimisch; ihre junge Spitzen sind anfangs weich und lichtegrasgrün, erhärten aber bald und verändern ihre Farbe in die schwärzlichbraune des übrigen Pflanzenkörpers; auch die Keime sind grün.

§. 57.

Nun überzeugte sich v. Humboldt auch durch Versuche, daß Pflanzen auch in ihrem unterirdischen Wohnorte eine grüne Farbe erhalten können. Er wählte dazu einen Stolln, der $10\frac{1}{2}$ Lachter Teufe einbringt, und wenig befahren wird. Die Luft ist dort ziemlich verdorben und von wässerigten Dünsten feucht.

Hier setzte er gesunde Pflanzen von Cherantus incanus und ch. cheiri auf den Stolln.

e) Beyde Arten behielten mehrere Wochen lang ein auffallendes frisches Ansehen, und warfen ihre alten Blätter nicht

ab *). Die jungen, die schon über Tage getrieben hatten, wuchsen sichtbar, ohne mit dem Wachsthum ihre Farbe merklich zu ändern, und eine Menge neuer sproßten üppiger als gewöhnlich hervor.

f) Die jungen Blättchen der Cheiranthus Cheiri blieben nach ihrer Entfaltung länger lichtgrün als in ihrem freyen Standorte. Die Farbe derselben entwickelte sich zwar, aber selbst als sie völlig ausgewachsen schienen, waren sie an der innern Seite heller als an der äußern. Die Spitzen oder etwa der vierte Theil des ganzen Blattes, wurden sehr dunkelgrasgrün; die übrigen drey Viertheile aber verliefen sich durch mehrere Nüancen bis ins Lichtapfelgrüne des Stengels.

g) Auf der Cheiranthus incanus war der Einfluß der Dunkelheit noch geringer. Seine Blüthen blieben eben so färbig, als sie über Tage waren. Neue Kronenblätter entfalteten sich schnell, und eine zahllose Menge von Blüthenknospen brach überall hervor. Diese waren ungewöhnlich klein und abortirend. Die grünen Kelchblätter nahmen zwar an Größe zu, öffneten sich aber nie.

Erst nach einem Zeitraum von 4=5 Wochen wurden die ältern Blätter gelb und fielen ab. Die Nässe schien dieses zu befördern. Bey einem andern Versuche mit Crocus sativus trieb die Pflanze grüne Blätter; die Staubbeutel warfen Blumenstaub aus, aber die ganze Pflanze gieng den 17ten Tag in Fäulniß über (Aphorismen S. 125).

h) Die Erbsen= und Kohlsamen, welche v. Humboldt in den Stollen säete, zeigten sich schon in wenigen Tagen. Sie trieben

---

*) Daß sich Rosen und Fliederblüthen (Syringa vulgaris) in Gruben viel länger frisch erhalten, als über Tage, ist den Bergleuten wohl bekannt. Das geschieht auch im Guerikeschen Vacuo, und im Gaz azote; allein es ist nur ein scheinbares Leben und ein wahrer Tod, wie Sauſſure der Sohn bemerkt (Recherches sur la Vegetation p. 197). Nimmt man sie aus der Glocke, so verbreitet die Rose einen widrigen Geruch: die Blätter sind verdorben.

ungewöhnlich viele und starke Wurzeln, und besonders die Erbsen zwölf bis vierzehn Zoll lange Stengel.

Blätter kamen sparsam hervor — eine Folge der übermäßigen Vegetation — und wo sie erschienen, waren sie von frischer, grasgrüner Farbe, aber von kurzer Dauer.

i) Die Luft in diesen Bergwerken war allemal sehr verdorben, und vorzüglich mit brennbarer Luft stark gemischt (Aphorismen S. 125).

§. 58.

Streiten nun diese Erfahrungen nicht mit den oben angeführten Beobachtungen der Herren Bonnet, Meese, Tessier, Senebier u. a., wodurch zu folgen scheint, daß die Pflanzen ihre grüne Farbe nur allein dem Einfluß des Sonnenlichtes zu verdanken haben? Ich glaube: Nein! und Herr v. Humboldt ist dieser Meinung nicht entgegen. Was schon §. 54. ist angeführt worden, wird dadurch nur mehr bestätiget und ausser Zweifel gesetzt.

Wenn wir behaupten, die Pflanzen haben ihr lebhaftes Grün dem Lichte, und nicht der Luft, nicht der Wärme, der Feuchtigkeit oder dem Erdreiche zu verdanken, so wollen wir dadurch nur so viel sagen, daß dieses der ordentliche Gang der Natur und bey weitem der gewöhnlichste Fall ist, und daß in freier atmosphärischer Luft die Sache nicht anders angehe.

Ob übrigens diese allgemeine Regel gar keine Ausnahme leide, ob die Natur und die Kunst gar keinen andern Weg und kein Mittel habe, dieses Grün in besondern Fällen zu bewirken, davon kann die Frage noch nicht seyn, wo man eben noch beschäftiget ist, das allgemeine Factum selbst zu bestätigen, und wo man von der Ursache dieser Erscheinung und von der Art, wie das Licht hier wirkt, noch gar nichts beygebracht hat.

§. 59.

Wir werden bald sehen, daß die grüne Farbe der Vegetabilien nur Folge einer andern Wirkung ist, welche das Licht auf die

Pflanzen ausübt: ich werde in einem eigenen Absatze beweisen, daß eigentlich Ueberfluß und Mangel an Sauerstoff die natürlichen Farben der Körper bestimme, und daß das Entweichen und Hinzutreten dieses Stoffes die Farbenänderung bewirke; daß die Anhäufung des Sauerstoffs bey Vegetabilien weisse, bey animalischen Theilen gelbe, bey Mineralien mannigfaltige Farben bilde — wir werden sehen, daß bey Pflanzen Ein- und Aushauchen, Wasserzersetzung, Gasbildung vorgehe: daß das Licht sich hier als das thätigste Agens zeige; woraus dann zuletzt folgen wird, daß die Entstehung der grünen Farbe im Pflanzenreich nur mittelbar als Wirkung des Lichtes kann angesehen werden, in so weit es nämlich den Pflanzen Sauerstoff entreißt: daß die Pflanzen im Dunkeln darum mit der Gelbsucht befallen werden, weil nichts da ist, was in ihnen die Entbindung des Sauerstoffes befördert. Könnte man nun anstatt des Lichtes ein Aequivalent substituiren, welches diese Function verrichtete, so würden die Pflanzen auch im Dunkeln noch grünen; so ein Aequivalent möchte wohl Wasserstoff- und Stickstoffgas seyn. Und so reiht sich nach und nach alles an einander.

Allein die Auseinandersetzung dieser Ideen kann nur schrittweis geschehen, indem zuvor alle Facta und Erscheinungen, welche auf das Licht Bezug haben, müssen aufgezählt werden.

Man muß es also den Physikern nicht verargen, wenn sie sich des Ausdruckes bedienen, daß Vegetabilien sich nur im Sonnenlichte grün färben, und Oxygen aushauchen. Dieses Nur will nicht mehr sagen, als daß dieser Satz ohne Ausnahme wahr ist, so lang die Pflanze sich selbst überlassen auf der Erdfläche, wo immer, wächst: daß es auch in den tiefsten Gruben noch wahr bleibt, wenn sie mit atmosphärischer Luft gefüllt sind; und daß es nur die Ausnahme gebe, wenn so eine Höhle mit Wasserstoff- oder Stickstoffgas größtentheils verdorben ist. Von künstlichen Versuchen wird ohnehin abstrahirt.

Wirkung des Lichtes auf die Farben der Blumen und Früchte.

§. 60.

Die Blumenblätter zeigen bey ihrer Zerlegung eine ganz andere Structur und Organisation als die Blätter der Stengel: auch geben jene unter Wasser dem Sonnenschein ausgesetzt keine Luft wie diese. Nichts desto weniger läßt sich vermuthen, daß der wohlthätige Einfluß des Lichtes, welcher sich bey den Stengelblättern durch Bewirkung der grünen Farbe so wirksam zeigt, auch bey den bunten Farben der Blumen eintrete, welches schon daraus erhellt, daß die meisten Blumen, so lange sie in die Knospe und in die Kelchblätter eingehüllt sind, entweder weißlicht, oder gelb, oder grünlicht, überhaupt aber sehr unansehnlich gefärbt bleiben. Zum Beweise dienen die Hyacinthen, Nelken, Rosen u. a. m.

Die Blumenblätter der Anemone pulsatilla sind im Dunkeln schwach und hellpurpurfarbig, und sie erhalten erst in der Sonne ihr schönes Violet.

Die Hyacinthen werden in schattigen und dunkeln Orten nie ihr schönes Blau zeigen, das ihnen an wohlbeleuchteten Plätzen so eigen ist, obwohl die blaue Farbe vor andern sich in der Dunkelheit erhält und am wenigsten zerstört wird.

Die grüne Farbe ist die natürliche aller Pflanzenblätter: sie werden aber roth, gelb oder buntfarbig, wenn sie eine Krankheit überfällt, oder wenn sie sich im Herbste der Abfallzeit nähern, wie wir an der Eiche, dem Birnbaum, dem Weinstocke u. a. m. sehen.

§. 61.

Auch die Farben reifender Früchte hängen vom Lichte ab.

Die grüne Farbe der Kürbiße und Melonen bekömmt an den Stellen, wo sie aufliegen und von der Sonne bedeckt sind, eine gelbe Farbe.

Bey vielen Aepfel- und Birngattungen spielt gewöhnlich nur die der Sonne zugewandte Seite mit schönen Farben. Belegt man diese Baumfrüchte mit Streifen von Staniol, so lassen sich alle beliebige Zeichnungen und Formen auf die äußere der Sonne zugekehrte Seite derselben bringen. Sogar der Schatten der Blätter läßt unverkennbare Merkmale zurück.

Blaue Weintrauben färben sich nicht, wenn sie durch eine dunkle Hülle bedeckt werden.

§. 62.

Besonders verdient der Unterschied der Früchte in den verschiedenen Himmelsstrichen bemerkt zu werden.

In den wärmern Gegenden der gemäßigten Zonen und in den der heissen Erdgürtel, wo die senkrecht auffallenden Stralen mit viel stärkerm Moment auf die Pflanzen wirken, bringt die Erde die edelsten Früchte hervor; dort findet man die Kokospalmen, die Pisangs, Datteln, Jambolans, Jambusen und wie sie alle heißen, diese von der Natur so reichlich mitgetheilten Schätze des Geschmackes.

In den kalten Polargegenden aber reifet für den Menschen nur eine ganz geringe Anzahl von kleinen Beeren, die selten früher eßbar sind, als bis der Frost ihre Säure gemildert hat. Auch unser Norden besitzt außer den Erd- und Himbeeren nur wenige wohlschmeckende einheimische Früchte. Erst durch den Fleiß der Einwohner sind aus Italien und Kleinasien Kirschen, Apricosen, Melonen, Feigen, Mandeln und dergl. unserm Lande eigen geworden, und durch anhaltende Kultur hat man das herbe Waldobst zu guten Aepfeln und Birnen umgeschaffen.

Man glaube ja nicht, daß der Grund dieser so großen Verschiedenheit der Producte bloß in der verschiedenen Temperatur, oder

im Boden, oder in der Luft liege. Die Luft der Atmosphäre ist überall dieselbe, wie uns Herr v. Humboldt nach seiner glücklich vollendeten weiten Reise versichert; in den Treibhäusern kann man den Pflanzen und Gewächsen jede beliebige Temperatur, auch jede Zusammensetzung von Erde und Boden geben, und dennoch welch ein Unterschied in den bey uns gekünstelten Producten der wärmern Gegenden!

Man kann von den Früchten sehr wohl sagen, daß Licht- und Wärmestoff zu Körpern verdichtet nicht nur dem Auge und Gefühle, sondern auch dem Geschmacke fühlbar werden.

§. 63.

Ich kann den Kunstfleiß einer armen Familie nicht mit Stillschweigen übergehen, welche aus der Wirkung des Lichtes auf die Farben der Baumfrüchte ein Mittel abstrahirt hat, ihr herbes Obst an Mann zu bringen; vielleicht dürfte so ein Beyspiel anderwärts Nachahmer finden. Im kleinen Garten dieser Familie steht ein Baum, der dunkelgrüne, ungenießbare Aepfel trägt. Um sie dennoch zu Geld zu machen, verfielen sie auf den Gedanken, selben, wenn sie abgenommen waren, verschiedene Figuren von Pappe und Leder aufzukleben, dann ins Freye dem Tageslicht und Mondschein auszusetzen, und so vor Regen geschützt ohngefähr acht Tage lang stehen zu lassen. Wird dann die Pappe weggenommen und der Apfel gereiniget, so sind alle belegte Stellen bleichgelb oder weißlicht, das übrige bleibt wie zuvor grün. Diese Leute ziehen das bewölkte Tageslicht und Mondenlicht dem directen Sonnenschein vor, weil dieser den Kleister, womit das Papier auf dem Apfel haftet, hebt und losmacht. Das Licht des Vollmondes ziehen sie selbst dem Tageslichte vor.

Der Versuch ist artig; allein ich weiß nicht, ob er am rechten Ort steht, indem hier eher Mangel des Lichtes, vielleicht gar

Mangel der Ausdünstung zu wirken scheint. Doch die §. 61. angeführten Erfahrungen sind diesen Versuchen analog. Der ganze Unterschied besteht darin, daß hier die Früchte vom Baume genommen sind, und die unbedeckte Seite unverändert bleibt, die bedeckte aber sich entfärbt.

III Luftentbindung aus den Blättern der Pflanzen im Sonnenlichte.

§. 64.

Ich komme nun auf eine der schönsten Entdeckungen des achtzehnten Jahrhunderts, und auf eine Naturerscheinung, welche uns die enge Verbindung des Pflanzenreiches mit dem Thierreiche eben so überzeugend als vortheilhaft darstellt.

Es ist dieses die Luftentwickelung, welche sich ergiebt wenn man grüne gesunde Blätter der Bäume und Pflanzen unter Wasser der Sonne, oder auch nur dem Tageslicht ausstellt.

Man schreibt diese Entdeckung gewöhnlich, und wie ich glaube, sehr billig dem berühmten Arzte und Naturkundiger Ingenhouß zu, mit welchem ich ehedem persönlichen Umgang zu pflegen die Ehre und das Vergnügen hatte.

§. 65.

Zwar fand Priestley 1771 zu Anfang Augusts, daß durch Athmen der Thiere und Verbrennen der Körper verdorbene Luft von den Pflanzen wieder verbessert werde, wie er in seinen Experiments and Observations on different Kinds of Air (Vol. I. Part. I. Sect. 4.) umständlich erzählt.

Allein dieß war nur der erste Schritt zur Entdeckung und ein Wink zum weitern Nachforschen, welchen meines Wissens Niemand benutzte, bis Ingenhouß 1779 mit seinen Experiments upon Vegetables, London 8. aufgetreten kam.

Prieſtley wurde durch einige zweifelhaft ausgefallene Verſuche von Verfolgung der Bahn abgeſchreckt, wie er im vierten Band ſeiner Schriften erzählt (Experim. and observ. relating to varions branches of natural Philosophy 1779. Vol. I. p. 296-312.). Was aber die Hauptſache iſt, ſo überſah er den Umſtand, daß hier das auffallende Sonnenlicht als Hauptagens eintritt.

§. 66.

Schon Hales, welcher die Erſcheinungen im Pflanzenreiche, ſo zu ſagen, die Philoſophie der Botanik, zu ſeinem vorzüglichſten Studium gewählt hatte, und die Früchte ſeiner Bemühungen in ſeiner vortrefflichen Statik der Gewächſe bekannt machte, bemerkte,

daß die Pflanzen am meiſten bey Tage, vorzüglich dem Sonnenſchein unterworfen, ausdünſten; ungleich weniger des Nachts:

daß die Reben nebſt dem Safte auch eine große Menge Luft in der Sonne abſetzen:

daß die Blätter der Pflanzen Luft einſaugen. — Ja er hatte ſogar ſchon einige Kenntniß vom Sauerſtoffgas *). Alles dieſes erhellt aus ſeiner Statique des Vegetaux.

§. 67.

Bonnet in ſeinem oft angeführten Werke: sur l'Usage des Feuilles, benutzte jene Beobachtungen, und vermehrte ſie mit neuen. Er fand, daß Pflanzen, der Sonne unter Waſſer ausgeſetzt, häufige Luftblaſen ausſtoßen, welche auf der untern Fläche des Blattes größer und zahlreicher als auf der obern ſich zeigten, a. a. O. S. 28. daß ſie erſt nach Sonnenaufgang erſchienen, und mit Anbruch der

*) Aus 1922 Gran Mennige erhielt er 34 Cubikzoll Luft (Statique des Veg. p. 245. Exper. CXIX.).

Nacht verschwanden: daß diese Luftblasen nur im gemeinen, nicht aber in dem durch Sieden von Luft gereinigten Wasser ausspringen u. s. f.

Hales und Bonnet schreiben diese Erscheinung der Wärme und der Sonnenhitze zu, welche eigentlich dem Lichte zugehört.

§. 68.

Wie viel die in der ganzen gelehrten Welt rühmlichst bekannten zwey Männer, Ingenhouß und Senebier, über diesen Gegenstand gearbeitet: wie viele Tausende von Versuchen sie durch eine lange Reihe von Jahren gemacht: wie sehr sie dadurch unsere Kenntnisse in der Physiologie der Pflanzen, so wie in vielen anderen Stücken, erweitert haben, ist jedem Freunde der Naturwissenschaft bekannt. Und wenn sie auch nicht alle Puncte ins Reine gebracht, auf ihrer mühsamen Laufbahn sich zuweilen von einander entfernet, und den Nachfolgern noch so manches Tagwerk zu vollenden überlassen haben, so wird doch jeder billig denkende Schiedsrichter eingestehen, daß wir ohne die Arbeiten des Ingenhouß und Senebier noch lange nicht da wären, wo wir mit Benutzung ihrer Schriften und Methoden heut zu Tage wirklich stehen.

§. 69.

Jedermann weiß, daß, wenn man gesunde, grüne Blätter der Pflanzen und Bäume in gläsernen Glocken unter gemeinem Wasser dem Sonnenschein aussetzt, sich auf der Oberfläche der Blätter Luftblasen ansetzen, sich allmälig von den Blättern losreissen und oben im Recipienten sammeln, so daß man nach der Menge und Güte der Blätter, der Größe des Recipienten, der Dauer des Versuches, und der Heiterkeit des Himmels eine beträchtliche Menge solcher Luft sammeln kann, welche bey vorgenommener Prüfung

zum Athmen und Verbrennen vorzüglich geschickt befunden wird. — Daß hingegen im Schatten, bey trüber Witterung, und noch mehr des Nachts wenig oder gar keine Luft mehr zum Vorschein kömmt, wenn auch alle übrige Umstände gleich bleiben. Daß hier das Licht der Sonne, und nicht Wärme, wirke, ist so gewiß, als es das Factum selbst ist.

§. 70.

Ingenhouß hielt sich übrigens für berechtiget, aus seinen vielfältigen Versuchen folgende Sätze abzuziehen.

a) Alle Pflanzen geben am Tage in der freyen Luft und besonders im Sonnenlicht mehr oder weniger reine Luft.

b) Des Nachts hingegen und an dunkeln Orten eine schädliche; unter diesen Umständen verderben sie die Luft.

c) Ausgewachsene Blätter geben mehrere und bessere Luft als die jungen.

d) Die Quantität sowohl als die Qualität der Luft, so wie die Form der Entwickelung, ist bey vielen Pflanzen sehr verschieden.

e) Die aus der Fläche der Blätter im Wasser entbundene reine Luft kömmt nicht aus dem Wasser, sondern aus den Blättern; auch präexistirte sie nicht schon zuvor in den Blättern wie sie hervorbricht, sondern es geht hier eine Ausarbeitung, eine Art von Verwandlung vor.

f) Diese Erscheinung ist nicht der Sonnenwärme, sondern hauptsächlich dem Lichte zuzuschreiben; doch hat auch die Wärme daran einen Antheil.

g) Ueberhaupt besitzen die Pflanzen das Vermögen, eine durch das Athmen und Verbrennen verdorbene Luft zu verbessern und zu obigen Processen wieder geschickt zu machen, doch nur an der Sonne und im hellen Tageslichte.

h) Alle frisch aus der Erde gegrabene Wurzeln, alle Blumen und Früchte geben Tag und Nacht, im Licht und im Schatten, schädliche Luft.

i) Die Pflanzen hauchen auch in freyer Luft, ohne unter Wasser getaucht zu seyn, bey Tage reine, und des Nachts ungesunde Luft aus.

k) Es geht bey den Pflanzen eine Art von Einathmen und Ausathmen der Luft vor: und dieser Proceß dauert unaufhörlich fort, so lange die Pflänze vegetirt.

Das Ausathmen überwiegt bey Tage und das Einathmen des Nachts.

l) Ungeachtet das directe Sonnenlicht am stärksten wirkt, so hat doch auch das durch Spiegel zurückgeworfene, oder durch Lampen verbreitete Licht eine ähnliche Wirkung.

m) Ausgebildete Pflanzen gedeihen in einem Gemische von athmenbarer und kohlensaurer Luft an der Sonne ziemlich gut. Sie zersetzen oder saugen diese Luft ein und geben unter diesen Umständen mehr reine Luft.

n) In destillirtem Wasser erfolgt wenig Luftentwickelung; hingegen in, künstlich geschwängertem Wasser mit Luftsäure geben die Blätter fünfmal mehr Luft als im Brunnenwasser.

Diese und noch viele andere Bemerkungen findet man durch Versuche erläutert in dessen Schriften, welche theils in englischer, theils in französischer Sprache nach und nach erschienen, und wovon wir eine deutsche Uebersetzung mit Anmerkungen von Joh. Andr. Scherer haben.

Joh. Ingenhouß Versuche mit Pflanzen ꝛc. aus dem Französischen, Wien 1786-90. 3 Bände in 8. Ferner:

Joh. Ingenhouß vermischte Schriften, physisch-medicinischen Inhalts, übersetzt von Nicolaus Carl Molitor. Zweyte Auflage, Wien 1784. 2 Bände in 8.

Dieser unermüdete Naturforscher schloß seine ruhmvolle und gemeinnützige Laufbahn auf einem Landsitze unweit London den 7. Sept. 1799.

§. 71.

Die gelehrten Streitigkeiten, welche er über diesen Gegenstand mit Senebier von Genf hatte, sind bekannt. Sie trugen viel dazu bey, daß die Wahrheit desto eifriger gesucht, und die Gränzen der menschlichen Kenntnisse, vorzüglich über die Oekonomie der Pflanzen, merklich erweitert wurden.

Senebier hat in der That über die Physiologie der Pflanzen mehr Versuche gemacht und mehr geschrieben, als alle seine Vorgänger zusammen. Ich habe seine Schriften schon oben angeführt: man findet darin alle Hauptsätze bestätiget, welche Ingenhouß aufgestellt hat: man findet neue Ansichten und Erweiterungen des bereits gesagten; aber außer diesem auch noch viele ihm ganz eigene neue Wahrheiten, z. B. 1) daß rothe Stralen besser als blaue die Lufterzeugung befördern. Vorzüglich ist dem Senebier die Entdekkung eigen, daß die Pflanzen das kohlensaure Gas der Atmosphäre in sich aufnehmen, ausarbeiten, scheiden und den Sauerstoff desselben in die Atmosphäre zurückgeben *):

2) daß das Licht sich mit der Pflanze verbindet, und davon so zu sagen einen Bestandtheil ausmacht, welcher sich erst beym Verbrennen trennt u. s. w.

Ingenhouß starb eben zu der Zeit, als Senebier seine für die Encyclopedie methodique ausgearbeitete Physiologie der Pflanzen verbessert und vermehrt besonders herausgab:

„Physiologie Végétale, contenant une description des „Organes des plantes; et une exposition des phéno-

*) Umständlich ausgearbeitet im Journal de Physique T. XLI. p. 205 ff.

„mènes produits par leur organisation. Par F. Sene-
„bier. 5 Vol. 8. Génève chez Paschoud."

§. 72.

Diese beyden großen Männer schienen sich nun erschöpft zu haben, ohne noch alle streitige Puncte ins Reine gebracht zu haben, als ein zweiter Ingenhouß aufstand und so zu sagen einen Mittelweg einschlug, was die Wirkung des Lichtes auf die Pflanzen, und des Pflanzenreiches auf das Thierreich betrifft.

Saussure der jüngere, dessen Name schon Hochachtung einflößen muß, trachtete folgende hieher gehörige Sätze durch genaue Erfahrungen zu beweisen (s. Recherches chimiques sur la Végétation, par Theod. de Saussure, à Paris an 12. [1804] I Vol. 8.).

a) Das Licht hat keinen schädlichen Einfluß auf das Keimen der Saamen (gegen Ingenhouß, Senebier u. a.) und auf die Vegetation junger Pflanzen; nur muß man die Wärme, womit derley Versuche immer begleitet sind, wohl vom Lichte unterscheiden. S. 21 u. f. f.

b) Kohlensaures Gas in gewissen Proportionen zur atmosphärischen Luft gesetzt befördert die Vegetation, aber nur allein in dem Verhältnisse, als dadurch die Zersetzung dieses Gases bewirkt wird. Es ist dem Keime eben so schädlich als der entwickelten Pflanze nützlich. Es befördert im Sonnenschein die Vegetation der Pflanzen, und schadet derselben im Dunkeln. S. 58.

Das Daseyn oder vielmehr die Verarbeitung des kohlensauren Gases ist zur Vegetation der grünen Pflanzentheile im Sonnenschein unumgänglich nothwendig. Sie sterben, wenn man ihnen das kohlensaure Gas entzieht, welches sie mit dem Sauerstoffgas der sie umgebenden Atmosphäre bilden.

c) Grüne Pflanzen, welche mittelst destillirten Wassers in der freyen Atmosphäre vegetiren, erhalten darin eine große Menge Kohlenstoffes.

d) Die Pflanzen assimiliren sich einen Theil des Sauerstoffes, welcher im kohlensauren Gas, das sie zersetzen, enthalten ist. S. 59.

e) Bey grünen Pflanzen, welche in freyer Luft wachsen, geht abwechselnd Ein- und Ausathmen des Sauerstoffgases mit Kohlenstoffgas vor, und zwar bey Tag Exspiration, des Nachts Inspiration.

f) Das Sauerstoffgas, welches die grünen Theile der Pflanzen einathmen, assimilirt sich ihnen bey der Inspiration nicht unmittelbar, sondern es wird in kohlensaures Gas umgeschaffen. Letzteres wird dann bey der Exspiration wieder zersetzt, indem sie den Kohlenstoff zurückhalten und den Sauerstoff gasförmig aushauchen.

g) Die Wurzeln, das Holz, der Splint, die Blumenblätter, und überhaupt die nicht grünen Theile unterhalten kein solches Ein- und Ausathmen. — Das kohlensaure Gas, welches sie mit dem Sauerstoffgas der Atmosphäre bilden, folgt dem Longitudinalwege der Pflanze, um durch die Blätter zersetzt zu werden.

h) Der auffallendste Einfluß des Sauerstoffgases auf die Vegetation besteht darin, daß es zur Bildung des Kohlenstoffgases beytrete, und dadurch den Pflanzen die Bestandtheile verschaffe, welche sie sich assimiliren können. S. 135.

i) Die Pflanzen absorbiren weder Stickstoff- noch Wasserstoffgas. S. 206, 210, 216.

k) Sie zersetzen das Wasser nicht directe, sondern die Kohlensäure. S. 217 ꝛc. 237.

l) Im Stickgas, so wie auch im Wasserstoffgas kommen nicht alle Pflanzen fort: sie absorbiren keins von beyden Gasen. S. 216.

§. 73.

Mit diesen Resultaten stimmen diejenigen sehr gut, welche James Woodhouse zu eben der Zeit in Pensylvanien machte, und

wovon man einen Auszug in Gilberts Annalen der Physik B. 14. S. 348 u. f. f. findet.

Ich sage sie stimmen, was das Hauptfactum betrifft, daß nämlich im Sonnenlichte die Blätter der Pflanzen die Kohlensäure zersetzen: sich den Kohlenstoff zueignen, und den freygewordenen Sauerstoff in Gasform in die Atmosphäre abgeben.

Allein dieß ist nur ein Theil des ganzen Processes, welcher bey der Vegetation im Sonnenlichte vorgeht; auch scheinen die Schlüsse des Woodhouse zu einseitig, indem man wohl unterscheiden muß zwischen frischen und allmälig während des Versuches verdorbenen Pflanzen. Daher kein Naturforscher den ohne Einschränkung aufgestellten Satz unterschreiben wird: „die Vegetation im Sonnenlicht verbessert die Luft nicht."

§. 74.

So viel scheint also ausgemacht zu seyn, daß das Wachsthum der Pflanzen eine Zersetzung der Kohlensäure bewirke, wobey der Kohlenstoff in der Pflanze zurückbleibt, um zur Bildung von Oelen, Harzen u. s. w. verwendet zu werden: der Sauerstoff aber durch den Einfluß des Lichtes als Sauerstoffgas von der Pflanze ausgehaucht werde.

Allein was geht dann mit dem Wasser vor, welches zur Unterhaltung der Vegetation so unumgänglich nothwendig, und welches in dem Luftkreise sowohl als in der Erde immer zugegen ist? Ist es nicht eben so wahrscheinlich, daß durch Einwirkung des Lichtes bey der Vegetation das Wasser so gut als die Kohlensäure zerlegt werde? und daß Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff die drey vorzüglichsten Nahrungsmittel der Pflanzen seyn?

Wenn aus den Versuchen der Herren Senebier und Sauſsure folgt, daß die Pflanzen im Sonnenlichte kohlensaures Gas

zersetzen: so beweisen die Ingenhoußische Versuche eben so gut, daß die Gewächse zu Entwickelung der reinen Luft nicht immer kohlensaures Gas, weder im Wasser, noch in der umgebenden Atmosphäre nöthig haben, und es folgt daraus wenigstens so viel, daß man die Erzeugung der Lebensluft nicht ausschließend von einer Zersetzung der Kohlensäure herleiten müsse: sondern beydes, von der Zersetzung des Wassers und der Kohlensäure, da eins ohne dem andern nicht hinreicht, eine Pflanze durch alle Perioden ihrer Vegetation durchzuführen. Beyde Stoffe zerlegen sich während dem Wachsthume der Pflanzen. Der Wasserstoff trennt sich vom Sauerstoff, um sich mit dem Kohlenstoff zu Oelen, Harzen u. dgl. zu verbinden. Das Licht verbindet sich zum Theil mit der Pflanze, zum Theil mit dem Sauerstoff des Wassers und des Kohlenstoffes, und geht als Sauerstoffgas in die Luft über. Diese vier Stoffe findet man in allen Vegetabilien, und man muß die Eigenschaft aller Vegetabilien mit einer Flamme zu verbrennen nie vergessen. Das Licht spielt hier wahrscheinlich mehr als eine Rolle, es ist nicht bloß Reizmittel, sondern es geht auch als Bestandtheil in die Pflanzen über.

Wegen dem Folgenden scheint es mir nothwendig, die Verrichtungen des Sauerstoffes bey der Vegetation noch besonders darzustellen.

Wichtiger Einfluß, welchen das Sauerstoffgas auf den ganzen Proceß der Vegetation hat.

Keimen.

§. 75.

Das Sauerstoffgas und das Wasser sind die zwey von der Natur angewandten Triebfedern, welche in den Samenkörnern jene Entwickelung bewirken, die wir das Keimen nennen. Was-

ser allein ist dazu nicht hinreichend. Und wenn man auch so manche Samenkörner, z. B. der Wasserpflanzen unter Wasser keimen sieht, so muß man sich erinnern, daß das Wasser noch immer so viel Wasserstoffgas enthält, als zum schwachen Keimen nöthig ist. (v. Humboldt in seinen Aphorismen S. 83.)

Wenn Körner in oxydirter Kochsalzsäure, welche mit Wasser sehr stark dilnirt ist, sehr schnell keimen, so ist dieß ein neuer Beweis unseres Satzes *).

Man frage mich nicht, wie dieser Proceß vor sich geht, wie das Körnchen durch die Vegetation vor der Fäulniß und vor der Zerstörung geschützt wird? man sage mir nicht, das Sauerstoffgas wirke als ein Stimulans oder als Reizmittel. Dieser Ausdruck ist viel zu unbestimmt. Genug, daß wir wissen, daß das Sauerstoffgas beym Keimen verschwindet und durch kohlensaures Gas ersetzt wird, und daß dieses neue Gas dem Volumen nach genau so viel beträgt, als das Verschwundene: woraus sich schließen läßt, daß das Gas oxygene nicht vom Kernchen verzehrt ist worden, sondern daß es dazu verbraucht wurde, um der Pflanze Kohlenstoff zu entziehen und damit kohlensaures Gas zu bilden. Obiges Resultat bleibt sich bey allen Arten von Samenkörnern gleich, und leidet bis jezt keine Ausnahme.

Auch das Wasser wird beym Keimen nicht zersetzt, da die Samen während desselben weder Wasser- noch Sauerstoffgas hergeben. Wenn Samen, die im reinen Wasser liegen, kohlensaures Gas aushauchen, so rührt es bloß von ihrer innern Veränderung her. Eben so wird man nie gekohltes Wasserstoffgas oder Stickstoffgas erhalten, außer wenn die Pflanze zu faulen anfängt.

---

*) v. Humboldt hat in seinen Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen, S. 613, und in den Versuchen über die chemische Zerlegung des Luftkreises, S. 236, nicht nur das Factum durch Versuche erwiesen, sondern auch alle Umstände erläutert.

Senebier, Ingenhouß, Humbold u. a. behaupten, das Licht sey dem Keimen schädlich: auch unsere Gärtner beschützen das Kernchen sorgfältig vor der unmittelbaren Wirkung der Sonnenstralen: allein wenn man diese so delicaten Versuche mit der möglichsten Aufmerksamkeit verfolgt, so wird man finden, daß das Licht auf das Keimen keinen schädlichen Einfluß hat, abstrahirt von der Wärme, welche sich allemal zugleich mit dem Sonnenlichte einfindet. Doch kann es indirecte ein Hinderniß seyn, indem es den zum Keimen zuträglichen Sauerstoff aus den Körpern frey macht, und ihn dem Samen entzieht.

Im reinen kohlensauren Gas keimt kein Same: es ist dem Keimen schädlich, sobald es nicht zersetzt werden kann. Unter welchen Umständen dieses Zersetzen vor sich geht, haben wir bereits oben gemeldet.

Entwickelte Pflanzen.

§. 76.

Die Blätter haben die Eigenschaft, Sauerstoffgas ein- und auszuathmen. Diese Eigenschaft scheint einer andern untergeordnet zu seyn, welche sie gleichfalls besitzen, nämlich das kohlensaure Gas zu zersetzen. Gleichwie die grünen Theile der Pflanzen allein diese Zersetzung bewirken, so sind sie es auch allein, welche durch die Wirkung der Sonne und der Nacht jenes successive Ein- und Ausathmen verrichten. Diese zwey Verrichtungen scheinen sich wechselsweis Ursache und Wirkung zu seyn, doch muß man dabey den Einfluß des Lichtes nicht vergessen. Befinden sich Pflanzen im reinen Sauerstoffgas und im Schatten zugleich, so kommen sie nicht so gut fort, als wenn man zum Sauerstoffgas etwas Stickstoff- oder Wasserstoffgas beymischt, um die Berührungspuncte des erstern zu vermindern, und dann auch für das entzogene Licht ein Aequivalent zu substituiren.

Wurzeln.

§. 77.

Man muß nicht glauben, daß die Wurzeln, indem sie unter der Erde vergraben liegen, ganz und gar des Sauerstoffgases der Atmosphäre beraubt sind. Vielmehr kann man aus vielen Beobachtungen und Versuchen schliessen, daß den Wurzeln die Mittheilung von Sauerstoffgas sehr gedeihlich ist. Dieses Sauerstoffgas bildet mit der Substanz der Wurzeln kohlensaures Gas, welches hernach von den Blättern verarbeitet wird, daher das Begiessen mit Wasser, welchem man durch die Kunst Sauerstoffgas mitgetheilet hat, dem Wachsthum sehr gedeihlich ist.

Aeste und holzartige Stengel.

§. 78.

Sie verderben die atmosphärische Luft, in welcher sie vegetiren, und dieses sowohl im Sonnenlichte als im Schatten, ohne das Volumen der Luft zu verändern. Sie ersetzen immer den Antheil von Sauerstoffgas, welchen sie zu sich nehmen, durch eine gleichgroße Portion von kohlensaurem Gas; mithin assimiliren sie sich das gas oxygène nicht. In Stickstoff- und Wasserstoffgas entwickeln sie sich nicht, sondern sie sterben ab. Alles geht hier so vor wie bey den Wurzeln.

Blumen.

§. 79.

Die Blumen der Pflanzen, selbst jene der Wasserpflanzen, entfalten sich nicht im reinen Stickgas, sondern verfallen in eine Art von Paralyse und verfaulen.

Blumen von weißen Lilien, gefüllten Rosen u. dgl. welche unter einer Glocke mit gemeiner Luft 24 Stunden aushielten ohne

zu leiden, verzehrten an Sauerstoffgas, und ersetzten durch kohlensaures Gas ohngefähr so viel, als der Raumesinhalt der Blumen betrug.

Im Schatten hingegen wird das verschwindende Sauerstoffgas ganz durch Stickstoffgas ersetzt, und dadurch unterscheiden sich die Blumen merklich von den übrigen Theilen der Vegetabilien, welche im Dunkeln nur so viel Stickluft aushauchen.

Früchte.

§. 80.

Die Früchte, so lang sie noch grün sind und am Aste hangen, scheinen sich wie die Blätter zu verhalten, und die Luft zu verbessern. Wenn sie hingegen vom Baume getrennt werden, so können sie bey Tag, selbst im Sonnenschein, nicht mehr alles das kohlensaure Gas zersetzen, welches sie während der Nacht bilden. Hält man sie mehrere Wochenlang, stets im Dunkeln, so assimiliren sie sich das Sauerstoffgas nicht mehr. Das was verschwand, fand sich wieder im entstandenen kohlensauren Gas.

Pflanzenextracte.

§. 81.

Der freien Luft ausgesetzt, absorbiren aus ihr Sauerstoff, welcher sich aber nicht mit dem Extracte verbindet, sondern zur Bildung von kohlensaurem Gas verwendet wird, wovon das Fluidum nicht mehr verschlucken kann, als sein eigenes Volumen beträgt. Zugleich entbindet sich aus ihnen ein Theil ihres Sauerstoffs und Wasserstoffs, in Gestalt von Wasser: und da die Menge dieses Wassers verhältnißmäßig die Menge des verbrauchten Kohlenstoffs überwiegt, so muß der Extract, nachdem das Sauerstoffgas auf ihn seine Wirkung geäussert hat, kohlenstoffreicher seyn, als er zuvor war.

Holz und Splint.

§. 82.

Sie leiden nachdem sie abgestorben sind, beynahe dieselbe Veränderung durch Sauerstoffgas, wie die Extracte.

Oele können bey 20mal so viel Sauerstoffgas verschlucken als ihr Volumen beträgt.

Bey der Essigbildung, bey der Fällung der Pflanzenextracte, bey Gerinnung des Pflanzen-Albumen, wird das Sauerstoffgas bloß dazu verbraucht, Kohlenstoff zu entziehen. Gehen diese Stoffe aber in Fäulniß über, oder gelangen sie zu jener Periode von Gährung, wo sich Wasserstoffgas bildet, dann verbindet sich das Sauerstoffgas mit dem Wasserstoffgas der todten Vegetabilien, und bildet Wasser.

Dammerde.

§. 83.

Die einzige Wirkung des atmosphärischen Sauerstoffgases auf das Erdreich scheint darin zu bestehen, daß es der Dammerde Kohlenstoff entzieht: es verbindet und assimilirt sich aber nicht mit der Erde.

Die Dammerde ist verhältnißmäßig reicher an Kohlenstoff als die Pflanzen, von denen sie herrührt. Wird ihr der Kohlenstoff durch das gas oxygène entzogen, so läßt sie auch ihren Sauer- und Wasserstoff in Gestalt von Wasser, und überdieß einen in Wasser auflösbaren Extract entweichen. Und so scheint die Dammerde gänzlich zersetzbar zu seyn bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre, durch die vereinigte Wirkung des Sauerstoffgases und des Ausschlemmens (lavages).

Dieß ist ein kurzer Auszug aus den ersten fünf Kapiteln von Saussures schätzbarem Werke über die Vegetation.

Wie wichtig ist nicht die Rolle, welche das Sauerstoffgas durch den ganzen Proceß der Vegetation fortspielt? Man bedenke nun zugleich, welchen Einfluß das Sonnenlicht auf eben diesen Proceß hat: und man wird nothwendig auf den Gedanken verfallen müssen, Sauerstoff und Licht stehen zusammen in engster Verbindung.

Uebersicht dieses Abschnittes.

§. 84.

Uebersehen wir nun alles, was ich im zweyten Abschnitt gesagt habe, mit einem Blicke, so zeigen sich drey Haupterscheinungen der Vegetation, welche mehr oder weniger, mittelbar oder unmittelbar, Wirkungen des Lichtes sind.

a) Hang der Pflanzen gegen die Lichtseite — periodische Bewegungen — Wachen und Schlafen.

b) Grüne Farbe im Lichte — Bleichsucht im Dunkeln — früher Tod.

c) Gasbildung — und zwar Sauerstoffgas im Lichte — gehemmte Respiration des Nachts — verdorbene im Dunkeln.

§. 85.

Also Licht unumgänglich nothwendig zur Bestehung der Vegetation — Licht unter einem dreyfachen Gesichtspuncte:

α) als Reizmittel;

β) als Auflösungsmittel;

γ) als Bindungsmittel.

Reizmittel: um im Innersten der Pflanze Bewegungen hervorzubringen, welche durch keine andere äußere Kraft auf diese Art und mit dieser Thätigkeit könnten bewirkt werden.

Dieß ist die Ursache der Nutation, des Oeffnen und Schliessen, des Wachen und Schlafen der Pflanzen.

Dieß befördert die der Pflanze so wesentliche Ausdünstung.

Dieses entführt die hervorgebrochene Ausdünstung, umgiebt die Pflanze mit einer neuen Atmosphäre, und so geht der Proceß immer fort.

Auflösungsmittel: Wasser muß zersetzt werden — kohlenstofffaures Gas muß zerlegt worden.

Sauerstoffgas muß gebildet und ausgeschieden werden.

Das Licht leitet diesen chemischen Proceß ein: das Licht unterstützt ihn, vollendet ihn.

Bindungsmittel: Der aus dem Samen hervortretende Keim soll zur Pflanze, zum Gesträuche, zum Baume erwachsen — soll das werden, was eine hundertjährige Eiche in ihrer vollen Kraft ist: wie viele Theile von aussen muß sich die zarte Pflanze nicht assimiliren, bis sie sich zu so einer Riesengröße schwingt? und zugleich gerade das wird, und nichts anderes?

Der Kohlenstoff muß in ihr zu einem festen Körper übergehen;
der Wasserstoff muß in ihr gebunden und festgemacht werden;
Säfte müssen sich zu Harz und Oel verdichten.
Es muß ein Körper gebildet werden, welchen wir im strengsten Sinne verbrennlich nennen; und nun
Das Bindungsmittel, alle diese Stoffe zu vereinigen? — Licht.

§. 86.

Wenn die Pflanze ihre Lebensperiode durchlaufen hat, und wir scheiden alle diese Stoffe wieder aus ihr, müssen wir nicht schliessen, daß sie von aussen in die Pflanze getreten und sich ihr während ihrer Vegetation assimilirt haben?

Wenn der Stamm des nun gefällten Baumes getrocknet und einer höhern Temperatur unterworfen, nun mit einer Flamme hoch

auflodert, welche fähig ist Nacht in Tag zu verwandeln, sind wir nicht berechtiget zu schliessen, das Licht müsse sich, so lang der Lebensproceß dauert, in großer Menge mit der Pflanze verbinden, so zu sagen einen Bestandtheil derselben bilden, mit Kohlenstoff, Wasserstoff, Harz und Oele u. s. f. ein Ganzes ausmachen, die Stelle des Bandes vertreten, und das charakteristische Unterscheidungszeichen liefern, was den Baum, was die Pflanze vom Metall und Stein distinguirt? Und zu diesem Schlusse sind wir desto mehr berechtiget, da weder Thier noch Mineral zu seiner fortdauernden Existenz Licht so nothwendig hat, wie die Pflanze.

§. 87.

Ich will hier keine ermüdende Parallel zwischen dem Thiere und der Pflanze in Bezug auf Licht ziehen. Manches fällt beym Durchlesen der ersten zwey Abschnitte von selbst auf:

Die vegetirende Pflanze sucht das Licht wie der Polyp.

Das Hedisarum gyrans wird durch den Reiz der Mittagssonne unbeweglich und die Samenthierchen sterben.

Die Oberflächen der Blätter und Baumfrüchte färben sich am Lichte wie die Haut des Menschen.

Die Pflanzen schießen in der Finsterniß auf und bleichen wie der Kackerlack.

Die Haut des Menschen hat eine In- und Exspiratio wie das Baumblatt.

Die Pflanze nimmt Wasser ein und zersetzt es wie der Fisch.

Für Pflanzen und Thiere Sauerstoff nothwendig zur Fortsetzung des Lebensproceſſes — nicht minder Licht.

Die Vegetation ein ſteter Desoxydationsproceß.

Der Lebensproceß eine continuirliche Oxydation.

Alſo Vegetation der negative Lebensproceß.

Zweyter Theil.

Wirkung des Lichtes

bey

chemischen Processen.

Dritter Abschnitt.

Oxydationsproceß im eigentlichen Verstand.

§. 88.

So schön und lehrreich auch die Erfahrungen sind, welche ich im ersten Theile meiner Abhandlung zusammengestellt habe: so gut sich auch die ungekünstelten Versuche des Pflanzenreichs durch Beziehung auf einen Hauptzweck empfehlen mögen, so wenig wäre doch für unsere Frage gethan, wenn ich nichts weiter zu sagen hätte; denn ausser einer bessern Ansicht der Thatsachen würden wir wohl nichts Neues daraus lernen.

Nur die Chemie, welche seit einiger Zeit in der gelehrten Welt so große Vorschritte gemacht hat, kann ein neues Licht verbreiten, kann uns neue Aufschlüsse geben, kann solche Data liefern, die uns in den Stand setzen, über das Wesen und die Eigenschaften des Lichtes mit einiger Zuverlässigkeit abzusprechen.

Da ich mich nun in diesem Theile bemühet habe, alles das zusammenzufassen, was sich nach unsern dermaligen Kenntnissen in physisch-chemischer Hinsicht über das Licht sagen läßt, so empfehle ich diesen ganz vorzüglich den Einsichten und der Aufmerksamkeit des geneigten Lesers.

Die verschiedenen Materien folgen sich einander in der Ordnung, welche mir die schicklichste schien; was zusammen gehört, habe ich unter einzelnen Rubriken zusammen gestellt, so daß das Ganze nach meiner Uebersicht beynahe ein System ausmacht.

Dieß ist also eigentlich der practische, der auf Versuchen beruhende Theil meiner Abhandlung, welchem zulezt auch ein theoretischer folgen wird, der sich aber nothwendig auf die vorausgeschickten Erfahrungen stützen muß, wenn er haltbar seyn soll.

Oxydation und Desoxydation der Körper mit beständiger Rücksicht auf das Licht.

§. 89.

Ich komme nun auf einen der weitläuftigsten und wie ich glaube interessantesten Theil der practischen Chemie, auf den Proceß der Verkälkung und Reduction, oder nach einem mehr umfassenden Ausdruck, auf die Säuerung und Entsäuerung der Körper.

So mannigfaltig und abwechselnd auch die Veränderungen sind, welchen alle Erdkörper in ihrem äußern Ansehen, Bau und Zusammensetzung täglich unterworfen sind, so einfach sind vermuthlich die Grundkräfte, welche dieses bewirken.

Erden und Steine verwittern; Metalle wandeln sich dem äußern Schein nach in Erden um; vegetabilische und thierische Körper gähren und verwesen; Säuren verlieren ihre Auflösungskraft; die lebhaftesten Farben künstlicher Stoffe verbleichen; Petrefacten, Krystallisationen, Verglasungen und hundert andere Processe entstehen und verschwinden wieder vor unsern Augen. Welche Mannigfaltigkeit der Erscheinungen! und dennoch welche Einfachheit der wirkenden Grundkräfte!

§. 90.

Es ist ein auf Thatsachen gegründeter und von allen Naturforschern dermal anerkannter Lehrsatz der Naturwissenschaft, daß alle Körper durch den Beytritt und das Entweichen gewisser Stoffe wesentliche Veränderungen in ihren Eigenschaften und Formen leiden; daß die Materie für sich selbst ein todtes, aller Eigenschaften beraubtes (die Ausschliessung jeder andern Materie aus dem Raume, den sie einnimmt, und die Fähigkeit, bewegt zu werden, ausgenommen) träges Ding sey, welche erst durch fremde Kräfte muß begeistert werden; man nennt diese Kräfte: „anziehende und zurückstoßende", über deren Eigenschaften ich mich nicht weiter einlassen will.

§. 91.

In Rücksicht der Chemie kann man alle Körper unter vier Klassen bringen; indem alle Körper a) entweder Säuren sind, oder b) solche Substanzen, welche den Säuren entgegen wirken: also von entgegengesetzter Natur seyn müssen, und welche man mit dem minder schicklichen Namen Alkalien bezeichnet hat, mit einigen Neuern aber Basen nennen kann *). c) solche Körper, welche aus Säure und Base zugleich bestehen; oder mit einem Wort Neutrale; d) endlich adiaphore, welche zu keiner der vorhergehenden Klassen gehören.

§. 92.

Man sah wohl ein, daß eine Säure, um das zu seyn, was sie ist, eines eigenen Stoffes bedurfte, welchem sie die säurende

*) Wozu dann nicht nur die Säuren absturmfenden Salze, sondern auch die Erden, der Alcohol und noch viele andere Substanzen gehören.

Kraft zu danken hatte; daher der Namen Sauerstoff, vielleicht besser das Säureprincip; allein man vergaß dabey auch für die Alkalien einen entgegengesetzten Stoff anzunehmen, welches doch um consequent zu seyn, nothwendig ist, indem eine entgegenwirkende Kraft nothwendig ist, um einer Säure ihre Wirkung, ihre Kraft zu nehmen. Worin diese Entgegenwirkung bestehe, brauche ich hier nicht zu erklären*); doch ist es aus dem Gesagten erlaubt, ein alkalisches Princip, oder allgemeiner ein Baseprincip anzunehmen.

§. 93.

Die einfache und ungekünstelte Erklärung von tausend Naturerscheinungen und chemischen Versuchen durch Anerkennung des Sauerstoffes (Säureprincips) war ohne Zweifel die Ursache, welche beynahe alle jezt lebende Chemiker bewogen hat, diesen, obgleich für sich allein undarstellbaren, Stoff unter die wirklich existirenden aufzunehmen. Freylich würde man noch besser gethan haben, wenn man ihm sogleich das alkalische Princip an die Seite gestellt hätte.

Einen Körper säuren, oxydiren, heißt dann weiter nichts als ihn mit dem Sauerstoff in Verbindung bringen; entsäuern, desoxydiren, dem Körper den Sauerstoff rauben, entziehen.

Zum Säuerungsproceß wird also erfordert: a) eine der Säuerung fähige Grundlage (basis) oder Körper; b) ein anderer, welcher

*) Man würde mich sehr übel verstehen, wenn man daraus schließen wollte, das Säure- und Baseprincip verhalten sich ohngefähr so wie zwey entgegengesetzte Größen +; vielmehr sehen wir bey jeder Verbindung einer Säure und eines Alkali, wie sehr sich beyde Principien einander anziehen; woraus nothwendig folgt, daß sie sich entgegen gesetzt sind. Das daraus hervorgehende Neutral- oder Mittelsalz ist freylich weder sauer noch alkalisch, und wir könnten daraus schließen, daß Säure- und Baseprincip mit einander verbunden, etwas bilden, was als Wärme sich äußert; daher die gleichzeitige Temperaturerhöhung — allein hievon ist jezt die Frage nicht.

den Sauerstoff abgiebt; c) etwas, welches den Proceß einleitet. Eben so zum Entsäuern.

Daraus folgt, daß nie eine Oxydation ohne Desoxydation, noch diese ohne jene entsteht und vollendet wird.

Wer in jedem Falle von jenen drey Umständen Rechenschaft geben kann, hat das Phänomen vollkommen erklärt.

§. 94.

Seitdem ich mich mit Erforschung der Natur und den Eigenschaften des Lichtes beschäftige, so scheint aus allen Beobachtungen und Versuchen der Satz hervorzutreten, das Licht stehe mit dem Säureprincip in einem solchen Verhältniß, daß Licht verschwindet, wenn das Säureprincip frey wird, und entgegen dieses verschwindet, wenn jenes in Freyheit tritt.

Der Beweis dieses Satzes liefert eine beynahe vollständige Induction von Oxydations- und Desoxydationsprocessen, wie man sie in der Chemie zu veranstalten pflegt. Ich will bey den letztern anfangen, weil sich hier die Wirkungen des Lichtes auffallender zeigen, als bey den erstern.

Entsäuerung der Körper = Desoxydation.

§. 95.

Ich betrachte hier vorzüglich:

A. Die Entsäuerung der Säuren, und des Wassers.
B. Die Entsäuerung animalischer Substanzen.
C. Die Entsäuerungs-Reduction der Metalle.

A. Entsäuerung der Säuren.

§. 96.

Daß die Säuren durch die Alkalien, und umgekehrt, diese durch jene neutralisirt und abgestumpft werden, ist allgemein bekannt.

Allein es giebt in der Natur noch andere Kräfte, welche sowohl die Säuren als die Alkalien abstumpfen, ohne daß man diese Kräfte immer angeben kann. Ich glaube so eine Kraft im Lichte gefunden zu haben, wie folgende Beobachtungen und Versuche erweisen.

Vitriolsäure.

§. 97.

a) Das künstliche Vitriolöl, wie wir es aus der Nordhäuser Fabrik erhalten, ist gewöhnlich schon bräunlich. Hält man es lang in gläsernen, nicht ganz gefüllten Flaschen auf, so wird es vollends braun und zulezt gar schwarz, wenn es nicht vor dem Tageslichte geschützt ist; hingegen in steinernen Krügen, mit einem Stöpsel von Thon verschlossen und dann mit Pech verrennt, hält es sich immer ungefärbt.

b) Ungefärbtes Vitriolöl in nicht ganz vollen Gläsern dem Sonnenlichte ausgesetzt wird anfangs rothgelb, dann braun, zulezt schwärzlich. Diese Verdunklung der Farbe ist allemal mit Verlust seiner Acidität begleitet.

c) Es geschieht zuweilen, daß bey der Rectification des Vitriolöles die Retorte zerspringt, und die kochende Säure das ganze Laboratorium dicht mit Dämpfen anfüllt, ohne daß die Anwesenden dadurch leiden. Bernhardt, Morveau und Winterl bezeugen dieses aus Erfahrung. Hätten in diesem Falle die Dämpfe des Vitriolöls die ganze Schärfe der Säure behalten, so hätten diese Männer entweder ersticken oder in ihren Lungen leiden müssen. Da nun dieses nicht geschah, so mußte die Acidität der Dämpfe verschwinden, so bald sie mit der Atmosphäre in Berührung kamen, und hier konnte wohl nichts als Feuchtigkeit und Licht wirken. Der Fall ist desto merkwürdiger, da schwächere Säuren dieser Zersetzung nicht unterworfen sind. Die Essigsäure z. B., welche unter dem

Kochen verfliegt, erfüllt ganze Häuser mit ihren Dämpfen, ohne durch die Luft geschwächt zu werden.

Salpetersäure.

§. 98.

Da man bey dieser Säure den Einfluß des Lichtes zuerst bemerkt hat, so wird es nicht unangenehm seyn, die Geschichte dieser Entdeckung hier kürzlich zu lesen.

Priestley, welcher bey seinen physisch-chemischen Versuchen mit dieser Säure unaufhörlich zu thun hatte, wollte sich dieselbe eigens verfertigen, um nicht von Apothekern und Kaufleuten immer schlechtes mit guten kaufen zu müssen. Durch die geschickten Praktiker Woulfe und Winch unterstützt machte er sich also mit allen Kunstgriffen dieses Processes bekannt. Da er nun während seiner vielfältigen Operationen bemerkte, daß die Güte der Salpetersäure, so wie der bezweckte Erfolg seiner Versuche damit, von vielen Nebenumständen abhieng, und daß besonders die Farbe dieser Flüssigkeit nach dem Grade der Hitze wechselte, so entschloß er sich im August 1777 eine besondere Reihe von Versuchen hierüber zu beginnen. Seine Bemerkungen in Betreff der Farbe waren folgende:

§. 99.

a) Sehr starke, blaßgefärbte Salpetersäure, in einer gläsernen, hermetisch geschlossenen Röhre von drey Fuß Länge, welche nur bis auf zwey oder drey Zoll gefüllt und an dieser Stelle ins Sandbad gelegt wurde, nahm eine orangegelbe Farbe an, welche zwar nach Erkaltung der Röhre wieder etwas matter wurde, aber noch immer dunkler gefärbt war als vor dem Versuch.

b) Wurde eine ähnliche Röhre an dem mit farbenlosem Salpetergeist gefüllten Ende über gemeines Feuer gehalten, so färbte

ſich die Säure anfangs durchaus orangegelb: dann erhob ſich ein noch tiefer orangegelber Dampf, und riß ſich von der Säure loß, die nun hell wie Waſſer erſchien, bey anhaltendem Feuer aber wie zuvor gefärbt wurde. Wurde die Glasröhre nicht zugeſchmolzen, ſondern nur mit Kork verſchloſſen, ſo gieng alles dieſes viel geſchwinder vor ſich.

c) Als er eine von obigen Röhren, welche beyſeite geſtellt wurde, nach einem Jahre unterſuchte, ſo fand er ſie noch mit tief orangegelben Dämpfen erfüllt; die Flüſſigkeit ſelbſt aber war in die grüne Farbe übergegangen.

d) Bey Verfertigung der Salpeterſäure, indem er deſtillirtes Waſſer mit Salpeterdämpfen ſchwängerte, erſchien anfangs eine blaue, dann grüne, zulezt gelbe Farbe.

e) Endlich bemerkte er auch, daß die Hitze keine nothwendige Bedingniß ſey, ſondern daß es hinreiche, die Säure in freye Luft zu ſetzen, wovon er ſich durch einen eigenen Verſuch in eben dem Jahre überzeugte. Eben ſo entgieng ihm der Umſtand nicht, daß es viel darauf ankomme, ob die hermetiſchgeſchloſſene Glasröhre ganz oder zur Hälfte, oder nur ſehr wenig mit Säure gefüllt wäre.

§. 100.

Prieſtley, ein eifriger Vertheidiger des Phlogiſton, hielt es für ausgemacht, daß das mannigfaltige Farbenſpiel bey Behandlung des Salpetergeiſtes und der Salpeterſäure vom Phlogiſton abhange. Erſt zehn Jahre ſpäter wurde er durch ſeinen Freund Kirwan aufmerkſam gemacht und auf einen bisher ganz überſehenen Umſtand zurückgewieſen: den Umſtand nämlich, daß es viel darauf ankomme, ob die zum Verſuche angewandten Glasröhren außer der Säure auch Luft enthielten, und dann, daß im Sonnenlichte, ohne alles Feuer, daſſelbe erfolge.

Niemand war begieriger als Prieſtley, ſich hievon zu überzeugen. Er füllte ſogleich mehrere Fläſchchen mit farbenloſem Salpetergeiſt,

einige ganz, andere nur zur Hälfte; den übrigen Raum nahmen verſchiedene Gasarten ein (Salpetergas ausgenommen). Dieſe wurden geſperrt in die Sonne geſetzt. Und nun zeigte ſichs, daß ſich der Salpetergeiſt in allen Gläſern, welche nur zum Theil gefüllt waren, nach wenigen Tagen beträchtlich gefärbt hatte, in den ganz vollen aber nicht.

f) Im luftleeren Raume färbte ſich die Säure in der Sonne ſo gut, als in den zur Hälfte mit Luft gefüllten Flaſchen.

g) Dieſelbe Säure, im Dunkeln mehrere Tage lang einem beträchtlichen Grad von Hitze unterworfen, blieb farbenlos.

h) Die Färbung der Säure gieng noch geſchwinder und vollkommner vor ſich in dem durch eine Convexlinſe verdichtetem Sonnenlichte.

Aus allem dieſen ſchließt nun Prieſtley nach ſeiner bekannten Theorie: das Licht wirke hier gleich dem Phlogiſton; wie dieſes zugehe, laſſe ſich zwar noch nicht beſtimmen, doch ſey es aus vielen chemiſchen Verſuchen erwieſen (evident), daß das Licht Phlogiſton enthalte.

Umſtändlich finden ſich dieſe Verſuche vor in Prieſtleys Experiments and Observations on different Kinds of Air. Vol. III, Sect. XXIII. ferner in Experiments and Observations relat. to various Branches of Nat. Philos. Vol. I, Sect. I. und Vol. III, Sect. XXII.

§. 101.

Prieſtleys ganzer Augenmerk ſcheint auf die Veränderung der Farbe des Salpetergeiſtes gerichtet geweſen zu ſeyn. Der Umſtand, daß der Verſuch bey ganz vollen, dicht verſchloſſenen Gefäßen nicht gelingt, hätte ihn aufmerkſam machen ſollen, zu erfahren, ob nicht etwa zugleich eine Gasentbindung vor ſich gehe, während die Farbe der Säure ſich ändert.

Scheele, dieser originelle Kopf, verfiel unvermuthet auf diesen Umstand: denn als er gereinigte, und nach seinem Ausdruck von Gas beraubte Salpetersäure in einer nicht ganz vollen Flasche dem Sonnenschein aussetzte, und nach einiger Zeit den Stöpsel öffnete, so stieß mit Gewalt Luft hervor, zum Beweis, daß sie sich zuvor im verdichteten Zustand befunden hatte.

Dieß war für so einen Mann genug, den Versuch mit einer bessern Anrichtung und mit doppelter Aufmerksamkeit zu wiederholen. Er überzeugte sich dadurch, daß Licht farbenlose Salpetersäure nach und nach gelb färbe, und zugleich reine Luft daraus entbinde (Crells chemische Annalen 1786. B. 332). Dieser Versuch fällt in das Sterbejahr des berühmten Scheele.

Bertholet wiederholte ihn noch in eben dem Jahre (Journal de Physique Août 1786 p. 82). Seit der Zeit ist er allgemein bekannt.

§. 102.

Am bequemsten kömmt man so zum Zwecke:

Man fülle eine ganz kleine Glasretorte mit gebogenem Schnabel mit ungefärbter, concentrirter Salpetersäure: über den Schnabel stürze man die gläserne Vorlage, welche gleichfalls mit der Säure kann gefüllt seyn. Wird dieser Apparat dem Sonnenschein ausgesetzt, so entbindet sich binnen acht Tagen Luft genug, um sie zu prüfen: die in der Retorte rückständige Säure wird allmälig ins Gelbe übergehen. Mein ganzer Apparat ist bey der Lampe geblasen, und dient, alle Säuren auf ähnliche Art zu prüfen.

Durch dunkle Wärme kann man die Salpetersäure zwar in elastische Dämpfe verwandeln, allein sie kehren in der kältern Vorlage wieder in eine tropfbare Säure zurück. Nur die Glühhitze vermag etwas ähnliches beym Salpeter zu bewirken.

§. 103.

Wenn man bey Entwickelung des Sauerstoffgases aus glühendem Salpeter so glücklich ist (was äußerst selten angeht), daß die Glasretorte bis zu Ende des Processes aushält, so entwickeln sich zulezt gleichfalls orangegelbe Dämpfe oder rauchender Salpetergeist. Dieß geschieht aber allemal erst zu Ende der Operation, wo die Retorte bereits durchglüht ist, und also häufig Licht durchläßt.

§. 104.

Ich muß hier noch eine Erfahrung anführen, welche ich durch einen Zufall zu machen Gelegenheit hatte.

Als ich mir den 26. Juni 1805 aus glühendem Salpeter Sauerstoffgas bereiten wollte, erhielt die beschlagene Retorte schon in der Mitte des Processes eine Seitenöffnung. Ehe dieses geschah, gieng schon Sauerstoffgas über; sobald aber jener Umstand eintrat, drang rauchender, tiefgefärbter, orangegelber Salpetergeist durch die Mittelröhre in die Vorlage. Dieß dauerte mit großer Heftigkeit eine Zeitlang fort: dann erschienen milchweisse Dämpfe, welche sich, gleich dem Gase, in Bouteillen sammeln ließen, nach einiger Zeit durchsichtig wurden, und sich als mittelmäßig gutes Sauerstoffgas befanden.

Diese Entstehung des rauchenden Salpetergeistes schreibe ich der Wirkung des Lichtes zu, welches aus den lebhaft glühenden Kohlen mit concentrirter Kraft durch die Seitenöffnung der Retorte auf den Salpeter hinfallen, sich mit dem Gewächsalkali verbinden, und so mittelbar den Sauerstoff frey machen konnte, gerade so, wie beym gewöhnlichen Verfahren die Vitriolsäure auf den Salpeter wirkt, und spiritus nitri fumans bildet oder austreibt.

§. 105.

Hier erscheint also das Licht als ein Auflösungsmittel: wenigstens löset es das Band auf, welches den Sauerstoff mit dem Salpeterstoff und dem Kali zu Salpeter verband. Es leitet den Proceß ein und unterhält ihn auch.

Sehr wahrscheinlich liegt bey der Färbung und Entsäurung der Salpetersäure in den Versuchen des Priestley und Scheele auch das Wasser mit im Spiele, welches sich stets in der Säure, so wie in der Luft, verbindet, und dort vom Lichte zersetzt wird. — Doch ich will mich bey dieser Muthmaßung jezt nicht aufhalten. Hier war nur zu erweisen, daß Salpetersäure durch Sonnenlicht, ohne Mitwirkung der Wärme, desoxydirt wird.

Vollkommene (oxygenirte) Salzsäure.

§. 106.

Wenn man flüssige wohl oxygenirte Salzsäure in einer weissen gläsernen Retorte, die mit der pneumatischen Geräthschaft in Verbindung steht, den Sonnenstralen aussetzt, so entwickelt sich Sauerstoffgas, und der Rückstand ist farbenlose salzige Säure, an Kraft viel schwächer als die vorige.

Wird die Retorte bey diesem Versuche mit schwarzem Papier belegt, und sorgfältig vor dem auffallenden Licht geschützt, so leidet die Säure keine Veränderung, selbst bey höherer Temperatur nicht.

Wenn man vollkommne Salzsäure in einem Sandbade allmälig erhitzt, so wird sie zwar aufwallen und in Dampfgestalt übergehen; allein Sauerstoffgas wird man nicht erhalten, sondern nur Dämpfe, welche sich mit dem Wasser der Vorlage sogleich verbinden, und ihm den säuerlichen Geschmack mittheilen.

Braucht man hingegen anstatt des Sandbades die strahlende Hitze entweder der Kohlen- oder der Destillirlampe, so wird

ein Theil der Säure in Dämpfe übergehen und sich in der Mittelflasche sammlen, ein anderer Theil aber wird in wahres Gas verwandelt und kann in der Glocke der pneumatischen Wanne permanent elastisch aufgefangen werden. Man wird finden, daß es Sauerstoffgas ist.

Was also im ersten Versuche die Sonnenstralen bewirkten, das geschieht im zweyten durch das Licht der strahlenden Wärme.

§. 107.

Da die Entsäuerung der oxygenirten Salzsäure im Sonnenlicht nur langsam vor sich geht, und immer mehrere Tage verstreichen, bis sich einige Quantität von Sauerstoffgas entwickelt, so kann man den Proceß beschleunigen, wenn man einen Körper in die Säure wirft, der sich leicht oxydirt: z. B. Phosphor. In diesem Falle wird der Phosphor in kurzer Zeit mit einer weissen, undurchsichtigen Kruste umhüllt, und die Säure verliert Farbe und Geruch; es wird aber kein Gas mehr in die Vorlage übergehen, weil sich nun der Sauerstoff auf den Phosphor wirft.

Gießt man nach vollendetem Versuch Kalkwasser hinzu, so schlägt sich eine phosphorgesäuerte Kalkerde nieder.

Wärme allein, im Dunkeln, bringt diese Wirkung nicht hervor. Ist aber der Proceß durch das Licht eingeleitet, so wird erhöhte Temperatur denselben befördern, wie sich erwarten läßt.

Das Agens bey diesem Processe ist Licht; der Erfolg ist Zersetzung, Entsäuerung der oxygenirten Salzsäure und Säuerung des Phosphors oder Bildung von Sauerstoffgas.

Bertholet war einer der ersten, welcher dieses bemerkte (Journ. de Phys. Tom. XXIX, p. 81, 82. Mem. de l'Acad. Roy. de Paris 1785, p. 290).

§. 108. a)

Nach Bergmanns und Westrumbs Erfahrungen enthält Salpetersäure, selbst nachdem man sie über hinreichenden Silbersalpeter abgezogen hat, noch immer Salzsäure.

Destillirt man nun Salpetersäure, um sie von der Salzsäure zu reinigen, über salpetersaurem Silber, so geht während der Destillation immer ein Theil der salzigten Säure in die Vorlage über, wenn die Operation bey Tage geschieht, und man nicht die Vorsicht gebraucht, die Gefäße vor dem Zutritt des Lichtes zu verwahren (Allgem. Journal der Chemie von Scherer, B. II, S. 572).

Der obige Versuch mit Phosphor (§. 107.) wird vollständig durch folgende Abänderung: Man stelle das Glas, in welchem sich die oxygenirte Salzsäure mit Phosphor befindet, in eine vollkommne Dunkle und erhöhe dabey sogar die Temperatur, so wird sich weder die Säure noch der Phosphor ändern; an einem hellen Orte hingegen, noch besser im Sonnenschein, wird die Säure bald von ihrer Stärke verlieren und der Phosphor gesäuert werden.

§. 108. b)

Richard Smith giebt zum Bleichen der Knochen folgende Vorschrift an:

Man befreye zuvor die Knochen von allen weichen Theilen durch Maceriren im Wasser, oder durch Kochen in einer kaustischen Kalilauge:

Dann setze man sie sechs bis acht Stunden der Wirkung der Dünste der oxydirten Salzsäure aus, wodurch sie goldgelb werden:

Diese gelbe Farbe verlieren sie, wenn man sie der Einwirkung der freyen Luft und der Sonnenstrahlen bloßstellt. Auf diese Art hat Smith einen ganz braunen Kopf gebleicht; mit frischen Knochen glückt der Versuch noch besser.

Verwahrt man die gebleichten Knochen in einem Gläserkasten, so erhalten sie sich länger weiß als in dunklen Schranken (Scherers allgem. Journal der Chemie B. IV, S. 324).

Das Gelbwerden der Knochen in Salzsäure ist Wirkung des Sauerstoffes; das Bleichen im Sonnenschein ist Desoxydation durch Licht.

Blausäure.

§. 108. c)

Wenn man eine Auflösung von blaugesäuerter Pottasche in den Sonnenschein setzt, so wird sie bald zersetzt werden, indem ein Theil der Blausäure als Gas entweicht, und der andere Theil als blaugesäuertes Eisen niederfällt.

Man kann zwar diese Zersetzung auch durch die Hitze erhalten, wenn man die Auflösung bis zum Aufwallen erwärmt; allein bey einer Temperatur, welche nicht größer ist als jene im Sonnenschein, geht der Proceß nicht vor sich: welcher also hier durch Licht befördert wird. (Berthollet. Essai de statique chimique P. I., pag. 193).

Luftsäure, kohlenstoffsaures Gas.

§. 109.

Wenn man kohlenstoffsaures Gas in Berührung mit Wasser dem Sonnenlichte aussetzt, so verwandelt es sich in Sauerstoffgas, d. h. es wird zerlegt, indem sich das Licht mit dem Kohlenstoff verbindet, und so den Sauerstoff frey macht.

Volta erklärt zwar diesen Versuch anders, indem er annimmt, das kohlenstoffsaure Gas verbinde sich mit dem Wasser; ein Theil hingegen des Wassers werde zerlegt und liefere Sauerstoffgas. Allein aus folgendem Grunde scheint mir meine Erklärung wahrscheinlicher:

Es ist allgemein bekannt, daß das Selterwasser durch Sieden seine Luftsäure verliert; man kann aber dieses auch durch die viel geringere Sonnenwärme bewirken. Setzt man nämlich eine mit Selterwasser ganz gefüllte und mit dem pneumatisch-chemischen Apparat verbundene Glasretorte dem Sonnenlicht aus, so wird das Wasser nach und nach seinen säuerlichen Geschmack verlieren, und in der Vorlage, welche gleichfalls mit Selterwasser gefüllt ist, wird sich Luftsäure sammeln, wenn anders die Vorlage vor den Sonnenstrahlen geschützt ist.

§. 110.

Nach unsern dermaligen Erfahrungen muß man die Kohlensäure nicht mehr als einen zufälligen, sondern als einen allgemein verbreiteten Bestandtheil der atmosphärischen Luft ansehen. Das Athmen der Thiere und Pflanzen, die vielen Gährungs- und Fäulungsprocesse, die Berührung der atmosphärischen Luft mit kohlenstoffhaltigen Substanzen, u. dergl, sind eben so viele Quellen, Kohlensäure zu bilden. Was hält dem Uebermaaße dieser Säure in der Natur das Gleichgewicht? Die Vegetation bey Tage! das Wasser der Atmosphäre! Allerdings, und viele andere uns unbekannte Ursachen, unter welche ich auch das Licht rechne, welches in vielen Fällen indirecte dazu beyträgt, die Kohlensäure zu zerlegen, als z. B. bey der Vegetation, bey Zersetzung des Wassers. Ungeachtet im Sommer alles dazu beyzutragen scheint, die Atmosphäre mit Kohlensäure zu überhäufen, so findet sich doch nicht viel mehr vor als im Winter. Vielleicht haben wir diese Wohlthat dem Licht zu verdanken.

§. 111.

Was ich bisher von der Vitriolsäure, Salpetersäure, vollkommnen Salzsäure, Blausäure und der Luftsäure gesagt habe, gilt von jeder andern, wenn sie in tropfbarflüssigen Zustand dargestellt und

auf einen hohen Grad gesäuert wird. Alle können durch das auffallende Sonnenlicht zum Theil entsäuert werden. Ob übrigens bey allen diesen Processen nicht auch das Wasser mit ins Spiel kömmt, will ich hier nicht untersuchen, vielleicht kann ich meine Meinung hierüber besonders äußern. Dem sey wie ihm wolle, Lichtwirkung ist dabey unverkennbar.

Sauerstoffgas.

§. 112.

Der berühmte Göttling will durch einen doppelten Versuch gefunden haben, daß das Sauerstoffgas vom Sonnen- oder auch vom künstlichen Lichte nicht nur verschlimmert, sondern beynahe ganz in Stickstoffgas verwandelt werde.

Zwey Glasbouteillen wurden mit reinem, aus Queckſilberkalk bereitetem Sauerstoffgas gefüllt, und die eine am Fenster ins Tageslicht, die andere im Keller ins Dunkle gestellt. Nach vier Wochen konnte in jener ein glimmender Holzspan nur sechsmal, in dieser aber siebenzehnmal angezündet werden.

Eben so wurde reines Gas zwey Stunden lang durch ein glühendes Pfeifenrohr mittelst befeuchteter Blasen hin- und hergetrieben. Dadurch wurde es zwar an Volumen nicht merklich vermindert, aber so sehr verschlimmert, daß es sich nicht viel besser als die atmosphärische Luft verhielt. (Beytrag zur antiphlog. Chemie, S. 51. 54.)

Diese beyden Versuche wurden von mehrern Chemikern nachgemacht, allein sie wollten sich nicht bestätigen.

§. 113.

Ich habe im Verlaufe meiner physisch-chemischen Vorlesungen vielfältig die Bemerkung gemacht, daß sich Sauerstoffgas lange Zeit ohne Verschlimmerung aufbewahren läßt. So fand ich erst im

lezten Sommer dreyjähriges Gas noch gut genug, um die gewöhnlichen Versuche des Abbrennens nicht nur von Phosphor, sondern auch von Eisendraht mit gutem Erfolg zu zeigen. Nun wurde dieses Gas in gläsernen Flaschen, in wohl beleuchteten, von der Sonne gut beschienenen Zimmern gegen Süden aufbewahrt, ohne vor Licht und Sonne geschützt zu werden. Nach so langer Zeit hätte sich die Wirkung des Lichtes allerdings zeigen sollen *).

§. 114.

Die genauesten Versuche, diesen Zweifel zu heben, haben wir dem musterhaften Experimentator, Böckmann dem jüngern, in Carlsruhe zu verdanken. (Versuche über den Phosphor ꝛc., Erlangen 1800, S. 264-271.)

Dadurch wird bestätiget, daß das Sonnen- und Tageslicht die Wirkung auf das Sauerstoffgas nicht haben, welches ihnen Göttling zuschreibt. In der That, wäre dem wirklich so, müßte nicht unsere ganze Atmosphäre längst in Stickstoffgas umgeschaffen seyn? oder müßte nicht wenigstens die atmosphärische Luft in den heißen Erdgürteln eudiometrisch geprüft viel schlimmer befunden werden als in den gemäßigten Zonen? welches aber nicht ist.

Wasser.

§. 115.

Lavoisier glaubte sich aus seinen Versuchen berechtiget, das Wasser als ein reines Compositum aus Sauerstoff und Wasserstoff

*) Das Sauerstoffgas wird sich viele Jahre lang gut erhalten, wenn die Glasbouteillen mit eingeriebenen Stöpseln versehen sind. Braucht man aber Kork zum Sperren, so muß man sich hüten, die Mündungen der Flaschen unter Wasser zu stellen; denn dadurch wird die Luft gar leicht verdorben, indem der Kork Kohlenstoff liefert. Dieses Sperren mit Wasser ist überhaupt bey allen Gasarten zu verwerfen.

zu betrachten. Allein mit jedem Vorschritte der Chemie, mit jeder neuen Entdeckung scheint dieser Satz immer mehr entkräftet zu werden. Die Voltaische Säule dürfte jenen Grundpfeiler der französischen Chemie zu sehr erschüttert, wo nicht gestürzt haben. Man kann noch immer das Wasser als das Substrat der reinen und der brennbaren Luft, mithin als eine Substanz ansehen, welche eine Säure und eine Base in sich vereinigt enthält, und so unter die neutralen Körper zu zählen ist.

Da übrigens in jedem dermal gangbaren Systeme der Chemie der Sauerstoff einen Bestandtheil des gemeinen Wassers ausmacht, so hat die Zersetzung und Bildung desselben durch Licht Bezug auf gegenwärtigen Artikel, und verdient hier einiger Erwähnung.

§. 116.

Der Einfluß des Lichtes auf die Zusammensetzung und Zerlegung des Wassers scheint mir aus folgenden Erfahrungen erweißlich:

a) Man erhöhe die Temperatur eines Gemisches von Wasser- und Sauerstoffgas nach Belieben, (versteht sich durch von aussen angebrachte Wärme) so wird es doch nicht detoniren, was hingegen der geringste electrische Funken bewirkt. Man wird ja diesen Effect nicht der Hitze des schwächsten electrischen Funkens zuschreiben? also dem Lichte gehört der Erfolg zu.

b) Geradeso verhält sich die Sache beym Gasometer, um die Zusammensetzung des Wassers zu zeigen. Dauert das Verbrennen der Luft unter dem Recipienten längere Zeit fort, so wird die Mündung des Ausflußröhrchens von Glas oder Kupfer rothglühend heiß. Das Rothglühen verschwindet, sobald die Flamme verlischt. Läßt man nun in diesem Augenblick neue brennbare Luft nachströmen, so wird sie sich doch nicht entzünden, so unerträglich heiß auch das Röhrchen noch ist. Aber der electrische Funken thut es.

c) Bringt man unter eine mit Wasserstoffgas gefüllte und mit Quecksilber gesperrte Glocke in einer Schaale von Porcellain

Minium und erhitzt dieses durch den Focus einer wirksamen Brennlinse, so wird das Wasserstoffgas allmälig verschwinden, das Queckſilber unter der Glocke steigen und zugleich Wasser gebildet werden. Hier haben wir einerseits Entsäuerung des Miniums, und andrerseits Bildung des Wassers; diese ist nur die Folge des erstern, die Entsäuerung aber Wirkung des Lichtes und der Wärme im Focus.

Priestley, welcher bey diesem Versuche die Glocke mit Wasser sperrte, konnte nicht alles sehen, was vorgieng; er schloß also fälschlich, die brennbare Luft sey reines Phlogiston, und werde ganz zur Bildung des tropfbaren Queckſilbers verbraucht.

§. 117.

Ich habe eben erinnert, daß zur Zersetzung der Knallluft ein Lichtfunken erfodert wird, und bloß äussere Erhöhung der Temperatur oder dunkle Wärme nichts vermag; hingegen Erwärmung durch den Druck der Luft selbst verursacht Detonation. Der Versuch ist bekannt, bleibt aber immer sehr interessant.

Wenn man eine Condensationspumpe mit Knallluft füllt, und den Kolben mit Heftigkeit gegen das verschlossene Ende der Pumpe stößt, so entsteht eine Explosion und die Knallluft ist zu Wasser zersetzt. Wie das?

Die durch Friction erwärmte Pumpe vermag dieses nicht.

Die aus der zusammengepreßten Knallluft ausgetriebene Wärme meines Erachtens auch nicht.

Wird durch den Druck mit der Wärme nicht zugleich Licht frey, welches nach meinen Begriffen einen Bestandtheil des Wasserstoffgases ausmacht? und dieses Licht bewirkt vielleicht die Entzündung.

Wenigstens sollte ich dies aus einem Versuche Priestleys schließen, welcher Sauer- und Wasserstoffgas durch Druck mit Wasser so verband, daß sie ihre Luftform völlig verloren hatten; allein als sie aus dem Wasser geschieden wurden, waren sie noch

getrennt, bis er sie anzündete. (Experim. and Observat. relating to the analysis of atmospherical air etc. Philadelphia 1797)

§. 118.

So viel von der Bildung des Wassers. Was geschieht nun bey Zersetzung desselben?

a) Macht man den Versuch mit der im Feuer liegenden Glasröhre, durch welche Wasserdämpfe streichen, so wird das Wasserstoffgas nicht eher in der Vorlage erscheinen, als bis die Glasröhre und die darin liegenden Eisenstückchen glühen. Hier wirkt also Licht mit der Hitze zugleich.

b) Füllt man, um Wasser zu zersetzen, einen kleinen Recipienten mit Queckſilber, so daß oben auf etwas Eisenfeilspäne und Wasser schwimmen, so wird man selbst nach Verlauf mehrerer Wochen kein brennbares Gas erhalten, wenn der Apparat im Finstern steht; im Sonnenlichte hingegen entbindet sich schon nach einigen Tagen so viel Gas, daß es zur Prüfung hinreicht. — Also auch hier Wirkung des Lichtes.

c) Ich weiß gar wohl, daß man auch ohne Licht durch verdünnte Schwefel- oder Salzsäure aus Eisen und Zink brennbare Luft erhält; allein ich behaupte auch nicht, daß ohne Licht Zersetzung und Bildung des Wassers niemals vor sich geht, sondern nur so viel scheint mir ausgemacht, daß man seinen Zweck durch Licht so gut als durch andere Mittel erreiche, und daß in einigen Fällen ausschließlich das Licht wirke; wie dann gar oft die Gasentbindungen viel besser durch die lichtvolle Wärme der Brennlinse als durch dunkle Wärme befördert wird, wenigstens in allen Processen, wo Wasser mitwirkt. Ein Kunstgriff, dessen ich mich gern bediene.

§. 119.

Der Phosphor, unter Wasser aufbewahrt, bewirkt nur in dem Falle eine Wasserzersetzung, wenn er nicht vor Licht geschützt

wird. Wir halten unsere zu Versuchen bestimmte Phosphorstangen gewöhnlich in Medicingläsern auf, und weisen ihnen unter den physisch-chemischen Bedürfnissen einen Platz an, unbesorgt, ob das Glas im Dunkeln steht oder nicht; aber wir erfahren auch, daß der zuvor schön durchsichtige Phosphor bald mit einer weißen Kruste ganz überzogen ist. Daran ist ganz allein das Tageslicht Schuld. Das Licht befördert die Zersetzung des Wassers: diese Zersetzung geht auch wirklich vor sich, sobald eine Substanz zugegen ist, welche den Sauerstoff des Wassers an sich zieht. Dies thut in unserm Falle der Phosphor, welcher nun gesäuert wird. Der zugleich freygewordene Wasserstoff verbindet sich mit Licht und Wärme, und erscheint als Wasserstoffgas. Daher wird man bey solchen Flaschen, in welchen Phosphorstangen aufbewahrt werden, allemal bemerken, daß bey Lüftung des Stöpsels Luft herausdringt, welche sich zuvor in verdichtetem Zustand befand.

Ist diese Beobachtung nicht ganz dem Versuche ähnlich, welchen ich kurz zuvor (§. 107.) bey der oxydirten Salzsäure angeführt habe? dort Salzsäure, Phosphor und Licht; hier Wasser, Phosphor und Licht.

§. 120.

Cazalet in Bourdeaux bildete Glaskugeln, indem er auf geschmolzenes Glas in einer besonders dazu eingerichteten Geräthschaft Wasser tröpfelte, das während dem Verdunsten dasselbe ausdehnte. Diese Glaskugeln enthielten sauerstoff- wasserstoff- und kohlenstofffaures Gas. Hier wurde also durch einen hohen Grad von Hitze, welche mit häufigem Lichte begleitet war, das Wasser zersetzt. Denn daß die Hitze allein dieses nicht vermag, wissen wir aus der täglichen Erfahrung (s. Scherers allgem. Journal der Chemie B. IV, S. 434).

Wenn man alles dieses zusammennimmt, so wird es sehr wahrscheinlich, daß bey der Vegetation gleichfalls eine Wasserzer-

etzung durch Licht vorgehe, und daß das Sauerstoffgas, welches aus den Blättern dringt, zum Theil davon herrührt. (§. 74.)

B. Entsäuerung animalischer Substanzen.

§. 121.

Der Lebensproceß organischer Körper des Pflanzen- und des Thierreichs hat zwar viele Aehnlichkeiten mit einander, allein auch viel Unähnliches. Das Leben der Thiere gleicht einer unaufhörlichen Säuerung, einem langsamen Verbrennen; das Leben der Pflanzen einer steten Entsäuerung: wir athmen Sauerstoff ein und geben Kohlenstoff zurück, die Pflanze verlangt immer einen Antheil Kohlenstoff zum Einathmen, und giebt dafür Sauerstoff ab.

Ich habe im ersten Theile meiner Abhandlung mancherley Wirkungen des Lichtes auf die Substanzen des Thierreiches angeführt. Aus allen hebe ich hier nur diejenigen aus, bey welchen der Sauerstoff mit vorkommt, wovon die Farbenveränderung der Körper ungezweifelt abhängt, wie ich weiter unten durch Zusammenstellung der Hauptfacten erweisen werde.

§. 122.

Die Erfahrung lehrt uns, daß die unbedeckte Oberhaut des menschlichen Körpers durch die anhaltende Wirkung des Sonnenlichtes braun gefärbt wird.

Die Kunst hat uns gelehrt, die animalischen Substanzen, als Wolle, Seide und die aus beyden verfertigten Stoffe durch schwefligte Säure zu bleichen.

Die neuern Physiologen schreiben die Ursache der dunklern Farbe der menschlichen Haut dem überschüssigen Kohlenstoffe zu, welcher bey der stärkern Tendenz der ganzen Flüssigkeitsmasse nach der Haut nicht so schnell in Verbindung mit dem Sauerstoffe, als kohlensaures Gas aus dem Körper geschieden werden kann, sondern

in dem malpighischen Schleime früher niedergelegt wird, und unter der durchsichtigen Oberhaut durchscheinend die dunkle Farbe bildet. Diesem Kohlenstoffe bleibt immer noch Sauerstoff beygemischt, welchen animalische Substanzen auch nach dem Tode nicht verlieren.

§. 123.

Da man nun Häute, Knochen, Elfenbein, Federn, Seide, Wolle u. dergl. durch die Einwirkung des Lichtes bleichen kann, so scheint man berechtiget zu seyn, dieses Bleichen thierischer Substanzen dem Entweichen des Sauerstoffes zuschreiben und einen Desoxydationsproceß annehmen zu können, wovon ich schon oben (§. 108 b.) ein Beyspiel geliefert habe.

Denn was geschieht beym künstlichen Bleichen der Wolle und Seide? Man reiniget die Wolle zuerst in einer leicht alkalischen Lauge, um sie von dem Fette zu befreyen, wäscht sie dann in einem warmen Seifenbad, und spült sie in fließendem Wasser aus. Nachdem auf diese Art alles Fett sorgfältig ausgelaugt ist, bringt man die wollenen Zeuge in schwefelichtsaures Wasser, und windet sie mittelst Haspeln ein- oder zweymal durch, um sie blendend weiß zu machen. Beynahe eben so verfährt man mit der Seide: Den vorzüglichsten Grad der Weiße bewirkt immer das mit dem Wasser verbundene schwefelsaure Gas, welches die Eigenschaft besitzt, sich den Sauerstoff, wo es ihn antrifft, zuzueignen und so in Schwefelsäure überzugehen. Doch ich will mich hier nicht länger aufhalten, weil es noch viele andere wichtige Beweise von den Wirkungen des Lichtes giebt.

C. Entsäuerung der Metalloxyde.

I. Auf trockenem Wege ohne Beysatz.

§. 124.

Wir kennen bisher nur vier Metalloxyde, welche sich ohne allen Zusatz durch bloße Glühhitze reduciren lassen, als das Plati-

num, das Gold, das Silber und das Queckſilber; alle übrige fodern einen Mittelkörper, welcher ſo beſchaffen ſeyn muß, daß er eine nähere Verwandſchaft zum Sauerſtoff habe, als das Metall, welches reguliniſch werden ſoll; dergleichen ſind die bekamteſten verbrennlichen Körper, als Waſſerſtoffgas, Phosphor, Schwefel, Kohle u. dergl. ferner Metalle.

Es verſichert zwar Lavoiſier (Mem. de l'Acad. Roy. de Paris 1775, p. 521), daß es ihm geglückt habe, alle natürliche und künſtliche Eiſenkalke mittelſt der großen Trudaineſchen Brennlinſe, ohne Beyſatz, ganz und gar wieder herzuſtellen. Auch gelingt es mir ſchon mit meinem Brennglaſe, welches etwas über einen pariſer Fuß im Durchmeſſer hält, unſere inländiſche Eiſenerde in ſo weit herzuſtellen, daß ſie auf eine Magnetnadel wirkt. Nichtsdeſtoweniger will ich dieſes außerordentliche Hülfsmittel, Metallkalke zu reduciren, bey Seite ſetzen und die gewöhnliche Ordnung beobachten.

Es ſcheint alſo bey der Wiederherſtellung der Metalle das Ganze darin zu beſtehen, daß man für jedes gegebene Metalloxyd ein Mittel finde, die Verbindung zwiſchen dem Metalle und dem Sauerſtoff wieder aufzulöſen, die gegenſeitige Anziehung anfangs durch eine ſchickliche Vorbereitung zu ſchwächen, und dann durch Beyſetzung eines dritten Körpers vollends zu heben.

Bey den vier obigen Metallen ſcheint das Vorbereitungsmittel das Licht zu ſeyn. Da die hieher gehörigen Verſuche jedem Chemiker bekannt ſind, ſo brauche ich nicht weitläufig zu ſeyn.

§. 125.

a) Getrocknete Gold- und Silbererde auf Thon oder Porcellän in den Brennpunct einer kräftigen Linſe gelegt, wird reducirt.

b) Rothes Präcipitat auf einen Dukaten gelegt und in den Brennpunct gehalten, fängt an zu rauchen, und das Gold wird vom reducirten Queckſilber weiß.

c) Das mineralische Turbith (das gelbe Queckſilberpräcipitat) läßt ſich ſogar durch das bloße Sonnenlicht in ſchwarzes Pulver verwandeln, wenn man es in einer hermetiſchgeſchloſſenen Glasröhre der Sonne ausſetzt.

d) Das verſüßte Queckſilber und das ätzende Sublimat werden in der Sonne ſchwarz; das Wismuthweiß aber dunkelgrau.

e) Eben dieſes gilt vom Zinnober; denn wenn man ihn im Waſſer aufgelöſt an die Sonne ſtellt, ſo verliert er ſeine Farbe.

§. 126.

Dieſes ſind wenigſtens angefangene, unvollendete Reductionen, welche durch einen höhern Grad der Wärme vollendet werden können.

f) Wenn man Mennig mit etwas Salpeter in einen glühenden Tiegel trägt, ſo wird er größtentheils hergeſtellt.

g) Eben ſo die Spießglanzaſche in der Verglaſung.

h) Das Zinn, welches bey minderer Hitze die Flüſſigkeit verliert, erlangt ſie in einer höhern, ſtrahlenden Hitze wenigſtens zum Theil wieder.

i) Man hat ſogar im Guerickeſchen Vacuum den rothen Queckſilberkalk im Sonnenſchein in ſchwarzes Pulver verwandelt, d. h. zum Theil desoxydirt (Annal. de Chym. T. XXXII. p. 193.).

k) So wird auch der Goldſchwefel vom Spießglanz nach Verlauf eines Monates in der Sonne beynahe ſchwarz.

Aus allen dieſen Beyſpielen erhellt, daß das Sonnenlicht ohne künſtliche Erhöhung der Temperatur immer eine unvollkommne, die durch die Brennlinſe verſtärkte Temperatur aber eine vollkommene Reduction der edlern Metalle bewirken könne; die mit häufigem Licht verbundene Glühhitze unſerer Oefen vermag dieſes auch

bey unedlen Metallen; hingegen ohne allen Beytritt des Lichtes geschieht dieses, selbst bey erhöhter Temperatur, nie.

II. Auf trocknem Wege mit Beysatz.

§. 127.

Kohlenstoff. Bekanntlich lassen sich alle Oxyde der unedlen Metalle auf eine Kohle gelegt, oder mit Kohlenstaub vermengt im Brennpuncte reduciren. Ich mache den Versuch gewöhnlich mit einem leichtflüssigen Metalle, mit Mennig, und dann mit einem strengflüssigen, mit Eisenerde. So wie die Kohle zu glühen anfängt, welches im Focus augenblicklich geschieht, geht auch die Reduction des Metalls vor sich. Ist der Apparat gehörig veranstaltet, so wird man zugleich Luftsäure oder kohlenstoffsaures Gas erhalten.

Bey diesen und den folgenden Versuchen scheint Licht und Wärme nur das Vorbereitungs-, der Kohlenstoff aber das Trennungsmittel zu seyn; daher man durch Kohle, auch ohne Licht, Metallreductionen auf nassem Wege erhält.

§. 128.

Wasserstoff. Ich habe schon oben (§. 116 c.) einen hieher gehörigen Versuch mit Mennig angeführt. Wem es nicht darum zu thun ist, die Quantität des erzeugten Wassers zu bestimmen, der kann die Glocke anstatt des Queckſilbers mit Wasser sperren. Dadurch erhält man den Vortheil, mit gröſsern Glocken, und mit mehr Mennig, Braunstein, Zinnasche und dergl. operiren zu können.

§. 129.

Schwefel. Wenn man Bleykalk mit Schwefel der Glühhitze oder dem Brennpuncte unterwirft, so verbindet sich der Schwe-

c) Das mineralische Turb[illegible] und das entsäuerte Metall
cipitat) läßt sich sogar durch [illegible]. Da aber die gebildete
Pulver verwandeln, wenn [illegible] reducirte Metall wirkt, so muß
Glasröhre der Son[illegible] gebunden werden, um den Ver-

d) Das [illegible] bey diesem Versuche die Bremlinse
limat [illegible] Vorzug verdient, theils weil man dabey den
dun[illegible] in seiner Gewalt hat, theils auch weil man den
[illegible] des Processes mit Augen sieht.

§. 130.

Metalle, welche nämlich in der Glühhitze zum Oxygene des Metallkalkes eine nähere Verwandschaft haben, als das zur Reduction bestimmte Metall. So kann ich im Brennpuncte Mennig reduciren, wenn ich es mit Eisenfeile mische.

III. Auf nassem Wege durch Säuren ohne Zusatz.

§. 131.

Nirgends zeigt sich die Wirkung des Lichtes auffallender und überzeugender, als bey der Reduction der in Säuren aufgelösten Metalle. Diese Metallauflösungen waren es auch, bey welchen man zuerst den thätigen Einfluß des Lichtes bemerkt hat; es wird daher nicht überflüssig seyn, die Geschichte dieser Entdeckung kürzlich zu erzählen.

Als sich die Mitglieder des gelehrten Instituts zu Bologna, Joseph Monti, Gotthard Bonzo, und Jac. Barthol. Beccari mit Untersuchung der mannigfaltigen Wirkungen des Lichtes, die Farbe der Körper zu verändern, beschäftigten, äußerte Beccari folgende Bemerkung, welche er beym Hornsilber gemacht hatte:

Frisch bereitetes Hornsilber, sagte er, ist weiß, und spielt nur ein wenig in das Gelbe, nach und nach aber wird es beynahe violetblau. Dieses zu beweisen, stellte er so eines in Glas aufbe-

wahrt ohngefähr acht Schritte vom Fenster entfernt, an mäßiges Tageslicht. Nach einiger Zeit zeigte sich der dem Fenster zugewandte Theil blau, der entgegengesetzte aber war noch weißlicht, wurde aber auch violet, als man dem Glas eine halbe Umdrehung gab. Dieser Erfolg brachte den Beccari auf die Vermuthung, daß nicht die Luft, wie er zuvor glaubte, sondern das Licht diese Farbenveränderung bewirkt habe. Um sich hievon vollends zu überzeugen, belegte er die dem Fenster und Licht zugekehrte Seite des Glases mit Streifen von schwarzem Papier. Als man des andern Tages das Hornsilber untersuchte, so fand sich, daß derjenige Theil, auf welchen das Licht fallen konnte, durchgehends violet, die von den Papierstreiffen bedeckten Stellen aber noch weißlicht waren.

Diese Erfahrung gab eigentlich Gelegenheit zu den schönen Versuchen, welche nach der Hand Bonzo u. a. mit einer großen Reihe von Körpern unternommen haben, und die man in den gelehrten Abhandlungen dieses Instituts gesammelt findet. (De Bononiensi Scientiarum et Artium Instituto atque Academia Commentarii, Tom. IV, 1757. p. 74 etc.)

Späterhin machte Scheele (von Luft und Feuer, §. 61. ꝛc.) denselben Versuch mit vielen Abänderungen, und seitdem giebt es vermuthlich keinen Lehrer der Experimentalchemie, welcher sich nicht durch eigne Erfahrung davon überzeugt hat. Die vorzüglichsten Erscheinungen bey Silberoxyden sind folgende:

a) Salzsaures Silber (Hornsilber) wohl ausgesüßt, und dann entweder in Krystallen, oder in Wasser aufgelöst, in einem Glas dem Sonnenschein freygestellt färbt sich binnen 12-14 Tagen schwarz. Im zweiten Falle sieht man während dieser Zeit Luftbläschen aus dem Wasser aufsteigen: das Wasser selbst wird in so weit geändert, daß es, zu einer frischen Silberauflösung gegossen, etwas Hornsilber niederschlägt.

Scheele erhielt das nämliche salzsaure Silber zwey Monate lang in Papier eingewickelt auf einem warmen Ofen, ohne daß eine Farbenveränderung erfolgte.

fel mit dem Sauerstoff des Bleykalkes, und das entsäuerte Metall tritt in seine reguliniſche Form zurück. Da aber die gebildete Schwefelsäure mächtig auf das reducirte Metall wirkt, so muß sie sogleich mit Kali oder Natrum gebunden werden, um den Versuch nicht zu stören. Daher bey diesem Versuche die Brennlinse vor der Ofenhitze den Vorzug verdient, theils weil man dabey den Grad der Hitze in seiner Gewalt hat, theils auch weil man den ganzen Hergang des Processes mit Augen sieht.

§. 130.

Metalle, welche nämlich in der Glühhitze zum Oxygene des Metallkalkes eine nähere Verwandschaft haben, als das zur Reduction bestimmte Metall. So kann ich im Brennpuncte Mennig reduciren, wenn ich es mit Eisenfeile mische.

III. Auf nassem Wege durch Säuren ohne Zusatz.

§. 131.

Nirgends zeigt sich die Wirkung des Lichtes auffallender und überzeugender, als bey der Reducirung der in Säuren aufgelösten Metalle. Diese Metallauflösungen waren es auch, bey welchen man zuerst den thätigen Einfluß des Lichtes bemerkt hat; es wird daher nicht überflüssig seyn, die Geschichte dieser Entdeckung kürzlich zu erzählen.

Als sich die Mitglieder des gelehrten Instituts zu Bologna, Joseph Monti, Gotthard Bonzo, und Jac. Barthol. Beccari mit Untersuchung der mannigfaltigen Wirkungen des Lichtes, die Farbe der Körper zu verändern, beschäftigten, äußerte Beccari folgende Bemerkung, welche er beym Hornsilber gemacht hatte:

Frisch bereitetes Hornsilber, sagte er, ist weiß, und spielt nur ein wenig in das Gelbe, nach und nach aber wird es beynahe violetblau. Dieses zu beweisen, stellte er so eines in Glas aufbe-

wahrt ohngefähr acht Schritte vom Fenster entfernt, an mäßiges Tageslicht. Nach einiger Zeit zeigte sich der dem Fenster zugewandte Theil blau, der entgegengesetzte aber war noch weißlicht, wurde aber auch violet, als man dem Glas eine halbe Umdrehung gab. Dieser Erfolg brachte den Beccari auf die Vermuthung, daß nicht die Luft, wie er zuvor glaubte, sondern das Licht diese Farbenveränderung bewirkt habe. Um sich hievon vollends zu überzeugen, belegte er die dem Fenster und Licht zugekehrte Seite des Glases mit Streifen von schwarzem Papier. Als man des andern Tages das Hornsilber untersuchte, so fand sich, daß derjenige Theil, auf welchen das Licht fallen konnte, durchgehends violet, die von den Papierstreiffen bedeckten Stellen aber noch weißlicht waren.

Diese Erfahrung gab eigentlich Gelegenheit zu den schönen Versuchen, welche nach der Hand Bonzo u. a. mit einer großen Reihe von Körpern unternommen haben, und die man in den gelehrten Abhandlungen dieses Instituts gesammelt findet. (De Bononiensi Scientiarum et Artium Instituto atque Academia Commentarii, Tom. IV, 1757. p. 74 etc.)

Späterhin machte Scheele (von Luft und Feuer, §. 61. ꝛc.) denselben Versuch mit vielen Abänderungen, und seitdem giebt es vermuthlich keinen Lehrer der Experimentalchemie, welcher sich nicht durch eigne Erfahrung davon überzeugt hat. Die vorzüglichsten Erscheinungen bey Silberoxyden sind folgende:

a) Salzsaures Silber (Hornsilber) wohl ausgesüßt, und dann entweder in Krystallen, oder in Wasser aufgelöst, in einem Glas dem Sonnenschein freygestellt färbt sich binnen 12=14 Tagen schwarz. Im zweiten Falle sieht man während dieser Zeit Luftbläschen aus dem Wasser aufsteigen: das Wasser selbst wird in so weit geändert, daß es, zu einer frischen Silberauflösung gegossen, etwas Hornsilber niederschlägt.

Scheele erhielt das nämliche salzsaure Silber zwey Monate lang in Papier eingewickelt auf einem warmen Ofen, ohne daß eine Farbenveränderung erfolgte.

Dem concentrirten Lichte einer Brennlinse ausgesetzt, ändert es seine Farbe beynahe augenblicklich: und zwar zeigt es sich anfangs violet, und geht zulezt in Ocherbraun über.

Selbst die prismatischen Farben des Lichtes schwärzen das Hornsilber, wobey der Umstand merkwürdig ist, daß die violetten und blauen Strahlen viel geschwinder wirken, als die orangen und rothen. Dieser Versuch des berühmten Scheele wurde in unsern Zeiten von Senebier, Wollaston, Ritter, Böckmann u. a. häufig wiederholt, vorzüglich nachdem Herschel auch außer den Gränzen des Farbenbildes wärmende Strahlen will entdeckt haben.

Durch Mondlicht wird salzsaures Silber grau gefärbt. (Crells Beyträge zu den chem. Annalen, B. 2. S. 34.)

Scheidewasser auf Hornsilber gegossen und der Sonne ausgesetzt, hindert die Farbenänderung.

§. 133.

b) Salpetersaures Silber mit Weinsteinalkali präcipitirt, getrocknet, und dann auf Porcellän oder auf Papier in die Sonne gelegt, wird sich nach und nach ganz in ein schwarzes Pulver verwandeln, wozu aber mehrere Tage erfodert werden; im Brennpuncte hingegen reducirt sich's in wenigen Minuten, wobey man zugleich eine Gewichtsverminderung bemerken kann.

§. 134.

c) Von dieser allgemein bekannten Wirkung des Lichtes auf salpeter- und salzsaures Silber machte der berühmte Wedgwood eine elegante Anwendung, Schattenrisse und Copien von Glasgemälden zu verfertigen.

Stellt man eine mit einer Auflösung von salpetersaurem Silber überstrichene weiße Fläche (von Papier oder Leder) dicht hinter ein

Glastafel, auf welchem ein Gemälde oder ein Silhouette entworfen ist, und worauf die Sonnenstrahlen frey fallen können, so wird sich die ganze Zeichnung auf dem so grundirten Papier entwerfen; und da die Strahlen, welche durch die verschiedenen Farben des Glasgemäldes dringen müssen, auch verschieden stark wirken, so entsteht eine getreue Copie von braunen und schwarzen Tinten mit mancherley Nüancen. Die einzige noch nicht beseitigte Unbequemlichkeit ist diese, daß so ein Entwurf stets im Dunkeln muß verwahrt werden, weil sonst die beym Versuch weiß gebliebenen Stellen durch das Tageslicht gleichfalls nach und nach braun werden.

Auch auf die kleinen Objecte des Sonnenmikroskop läßt sich hievon eine Anwendung machen.

Obgleich das Licht auf salzsaures Silber noch schneller wirkt, so zieht doch Wedgwood salpetersaures vor, weil es im Wasser auflößlicher ist, und auch dann noch gut thut, wenn zu einem Theil Silberauflösung zehn Theile Wasser gesetzt werden, wodurch also der zu bestreichende Grund gar nichts leidet. (Gilberts Annalen der Physik, B. 13. S. 113 ꝛc.)

§. 135.

d) Sehr grüne Silberauflösung und grasgrüne Kupferauflösung in Salpetersäure bleichen sich beyde im Sonnenlicht. Im Winter aber bey kalter und veränderlicher Witterung konnte ich es auch nach drey Wochen nicht dahin bringen, daß sie sich ganz entfärbten.

§. 136.

e) Aehnliche Erscheinungen liefert die Goldauflösung, wenn man sie bis zur Trockne abrauchen läßt, dann das Rückbleibsel in destillirtem Wasser auflöst, und dieses in einem recht durchsichtigen Glas, mit einem Glasstöpsel verstopft, der Sonne aussetzt. Nach Verlauf mehrerer Tage kommen Goldflitterchen zum Vorschein, und die Wasserfläche findet sich mit einer zarten Goldhaut bedeckt.

f) Man dampfe eine vollkommen gesättigte Goldauflösung so lange ab, bis nadelförmige Krystallen anschiessen. Man löse dieses Goldsalz in destillirtem Wasser (wie 1:10) auf, und benetze damit ein weißseidenes Band, welches man im Schatten trocknen läßt.

Das bloße Sonnenlicht wird auf dieses trockne Band nicht so bald wirken; läßt man aber den Focus eines kleinen Brennglases, welches schwach genug ist, das Band nicht zu zünden, darauf fallen, so wird sich an allen Puncten, auf welche der Focus nach und nach fällt, ein schön-weißer Flecken bilden.

Dieser Versuch gehört Juch, welcher ihn zuerst gemacht hat. (s. Scherers allgem. Journal d. Chemie, B. 3, S. 408.)

g) Läßt man aber obiges Seidenband mehrere Tage an der Sonne liegen, so werden sich nach 2-3 Tagen purpurfarbene, späterhin dunkle Flecken von reducirtem Golde zeigen, endlich nach 4 bis 5 Wochen wird die ganze Oberfläche des Bandes eine Mischung von Purpur und Hellbraun erhalten.

Hätte man das Seidenband stets mit Wasser feucht erhalten; so würde schon nach einer Stunde alles viel besser erfolgt seyn. Doch hievon bald mehr. Die Wirkung des Lichtes bleibt dabey immer unverkennbar.

§. 137.

h) Die sogenannte Bestuschewische Nerventinctur (eisenhaltiger Schwefeläther), welche gewöhnlich gelbbraun aussieht, wird gänzlich weiß und durchsichtig im Sonnenschein; erhält aber, ins Dunkle zurückgebracht, ihre natürliche Farbe wieder, die sie auch wieder verliert, wenn man sie neuerdings dem Sonnenschein bloßstellt.

Ist hingegen das Fläschchen offen (im vorigen Versuche war es dicht geschlossen), so wird sich die Tinctur in der Sonne geschwinder entfärben, und im Dunkeln nicht wieder braun werden.

Die Ursache dieses verschiedenen Resultates ist leicht anzugeben. Im Sonnenschein wird der eisenhaltige Schwefeläther schwach

entsäuert, und der Sauerstoff davon abgeschieden, der aber, sobald das Licht aufhört zu wirken, sich wieder mit der Flüssigkeit verbindet, weil er nicht entweichen konnte. Ist hingegen die Mündung des Glases offen, so hatte der Sauerstoff die Freyheit in Gasgestalt zu entwischen, und nun bleibt die Auflösung ungefärbt, bis man sie etwa wieder mit Sauerstoffgas in Berührung bringt. (Macquer chem. Wörterbuch, Th. VI. S. 548. Leipzig 1790.)

i) Die eisenhaltigen Salmiakblumen, so wie andere Eisentincturen, liefern mit Licht beynahe dieselben Erscheinungen.

§. 138 a.

k) Die Verbindung des essigsauren Bleyes mit dem Oele nimmt an der Sonne eine sehr schöne Rosenröthe an: — eine Folge der durch die Sonne bewirkten Entsäuerung. (s. Crells chem. Annalen 1794. B. 2. S. 406.)

l) Reine Salpetersäure löst den Braunstein nicht auf; setzt man aber diese Mischung dem Sonnenlichte aus, so wird sie nach und nach hell, und verliert ihre schwarze Farbe. Verdünnt man nun diese Auflösung mit destillirtem Wasser und setzt Weinsteinalkali hinzu, so erhält man ein weißes Präcipitat, welches wahres Magnesium ist. (Scheele über Luft und Feuer, §. 65.)

§. 138 b.

Es ist mir nicht unbekannt, daß der berühmte Berthollet diese Wirkungen des Lichtes (§§. 132–138.) aus einem anderen Gesichtspuncte betrachtet: daß er in keinem dieser Fälle eine Desoxydirung des Metalles findet gegen seine eigene (im Journ. de Phys. 1786.) früher geäußerte Meinung (Essai de Statique chim. P. I. p. 194 etc.); allein dieß scheint mir nur eine Folge seiner vorgefaßten Hypothese zu seyn, gemäß welcher Licht und Wärme nur Modificationen einer

und derselben Substanz sind; auch sieht man aus seinen Bemerkungen, daß ihm die interessante Schrift der Mad. Fulhame, von welcher ich gleich mehr sagen werde, damals noch nicht bekannt war, indem er sich nur auf die Versuche des Grafen v. Rumford bezieht. Es ist das Schicksal aller chemischen Versuche, daß man sie auf mehrern Seiten betrachten kann.

IV. Auf nassem Wege durch Säuren mit Beysatz.

§. 139.

Es erschien bereits 1794 eine Schrift von Madame Fulhame unter dem Titel: „An Essay on Combustion, with a „view to a new Art of dying and painting etc.“ welche uns drey Jahre später durch eine Uibersetzung des Herrn Lentin „(Ver„suche über die Wiederherstellung der Metalle ꝛc. aus dem Engl. von „A. G. L. Lentin. Göttingen 1798)“ erst bekannt wurde.

Diese Schrift enthält eine schöne Reihe der interessantesten Versuche über die Wiederherstellung der Metalle auf nassem Wege durch alle bisher bekannten Mittel, und die scharfsinnige Verfasserin bemüht sich durch alle Fälle hindurch den aufgestellten Grundsatz zu beweisen, daß „ohne Zutritt und Zersetzung des Wassers keine Re„duction irgend eines Metalles möglich sey,“ daß mithin weder die Phlogistiker, noch die Antiphlogistiker diesen Proceß bisher der Natur gemäß erkläret haben.

Ich muß gestehen, daß ich diese Schrift, welche ich erst vor Kurzem erhalten habe, mit eben so viel Vergnügen als Belehrung las und wiederlas, und daß ich mich sogleich entschloß, alle Versuche zu wiederholen und möglichst abzuändern, sobald es meine Umstände und Zeit erlaubten, welches künftigen Sommer geschehen kann.

Es haben zwar Graf v. Rumford *) und D. Juch **) bereits einige Versuche nachgemacht und ganz einstimmige Resultate erhalten; allein keiner von beyden hat auf den Hauptsatz hingearbeitet. Dem Herrn Grafen war es darum zu thun, zu beweisen, daß das Licht an allen diesen Resultaten wenig oder gar keinen Antheil hat, sondern alles von der Wärme herkomme; obwohl jeder unbefangene Leser aus seinen eigenen Resultaten gerade das Gegentheil schliessen wird.

Dr. Juch verspricht die Fortsetzung seiner Versuche; es ist mir aber nicht bekannt, ob er bis jezt Wort gehalten hat.

§. 140.

Der Aufsatz der Madame Fulhame besteht aus eilf Kapiteln, wovon die ersten neun den Reductionen der Metalle gewidmet sind als: Reduction durch Wasserstoffgas, Phosphor, Schwefel, Schwefelleber, geschwefeltes Wasserstoffgas, gephosphortes Wasserstoffgas, Kohle, Licht, Säuren.

Die zwey letztern handeln von der Oxydation entzündbarer Körper, Oxydation des Stickstoffes, Wasserstoffes, Phosphors, Schwefels, der Kohle, und Metalle nebst Schlußfolgen aus allem.

Zu unserm Zwecke gehört also eigentlich das achte Kapitel: **Reduction der Metalle durch Licht.** Es enthält dieses Kapitel eilf Versuche.

---

*) An Inquiry concerning the chemical Properties, that have been attributed to Light. Philosoph. Transactions 1798. P. II, p. 449 etc. Der Herr Graf äußert sich zwar nicht, in wessen Fußstapfen er eingetreten ist; doch gesteht er in einer Note, daß ihn die Schrift der Mad. Fulhame auf einige Versuche geführt hat. Im Grunde sind alle aus obiger Schrift mit einer sehr geringen Abänderung entlehnt. Die Uebersetzung in Scherers allgem. Journal der Chemie ist nicht ganz richtig.

**) Versuche über die Wiederherstellung des Goldes; ein Beytrag zu den Versuchen des Herrn Grafen von Rumford, von Dr. Carl Wilhelm Juch. Scherers allgem. Journal der Chemie, B. 3, S. 399 ꝛc.

Im ersten und zweyten wird gezeigt, daß das Wasser für sich allein keine Gold- oder Silber-Reduction zu bewirken vermag.

Im dritten Vers. wird erwiesen, daß Licht allein, ohne Feuchtigkeit, nur äusserst langsam auf die Goldauflösung wirke, und auch diese Wirkung der aus der Luft angezogenen Feuchtigkeit mit Grund zuzuschreiben sey.

Denn wurde im vierten Vers. durch kohlensaure Pottasche die äussere Feuchtigkeit abgehalten, so merkte man nach drey Monaten noch nicht die geringste Spur von reducirtem Golde. Ebendieses folgt aus dem achten und neunten Versuch.

Also weder Wasser ohne Licht, noch Licht allein ohne Wasser (oder eine andere leicht desoxydirbare Substanz) vermochten etwas auf Gold und Silberauflösungen.

Hingegen Wasser und Licht zugleich bringen den Effect unfehlbar hervor.

Das Verfahren bey allen diesen Versuchen war kürzlich dieses: (fünfter und zehnter Vers.) Ein Stück Seidenzeug, welches in eine Auflösung von königsaurem Golde, oder salpetersauren Silber getaucht war, wurde, in einen Teller von Porzellän gelegt, den Sonnenstrahlen ausgesetzt, und während des Versuches immer mit Wasser feucht erhalten. Der Seidenzeug in der Goldauflösung änderte bald seine gelbe Farbe in schwaches Grün, diesem folgte ein Purpur, auf welchem sich nach 15 Minuten einige Theilchen von reducirtem Gold zeigten. Bald nachher wurden die Enden der Seide, welche diese Purpurfarbe angenommen hatten, mit Gold überzogen, und nach ungefähr einer Stunde war das Zeug ganz mit einem prächtigen Ueberzug von reducirtem Golde bedeckt.

In der Silberauflösung veränderte sich die weiße Farbe des Zeuges in ein röthliches Braun, welches allmälig dunkler wurde. Nach ungefähr 4 Stunden, bey schwachem, oft unterbrochenem Sonnenschein, erhielt das Zeug eine schwärzlich graue Farbe, und

das röthliche Braun war größtentheils verschwunden. Den folgenden Tag, obwohl die Sonne nicht schien, zeigten sich gegen Abend Theilchen von reducirtem Silber an der dem Lichte zugekehrten Seite.

Sechster und eilfter Vers. Alles blieb wie zuvor, nur wurde der Seidenzeug während des Versuches nicht mehr mit Wasser, sondern mit Alkohol und Weingeist feucht erhalten. Der Alkohol bewirkte bey Gold gar keine, der Weingeist bey Silber nur schwache Spuren einer Reduction, welche man gar wohl dem Wasser des Weingeistes und der Feuchtigkeit der Luft zuschreiben konnte.

Siebenter Vers. Ein Stück Seidenzeug wurde in eine Auflösung von Silbersalpeter in Wasser getaucht, bey gelinder Wärme getrocknet, und nun so viel als möglich dem Sonnenlichte am Fenster eines Zimmers vom 20. July bis zum 20. October ausgesetzt.

In weniger als einer Stunde erhielt das Zeug eine röthlichbraune Farbe, welche immer zunahm und am dritten Tage an Schwarz grenzte. Endlich zeigten sich auch einige Theile von reducirtem Silber, welches eine graulichte Farbe hatte.

Dieser Effect hängt vermuthlich von dem Wasser ab, welches aus der Atmosphäre angezogen ward.

Aus allen diesen Resultaten macht nun die gelehrte Verfasserin unter andern den Schluß:

„Daß Wasser zur Wiederherstellung der Metalle durch Licht un-
„umgänglich nothwendig sey:"

„Daß Licht bey dieser Wiederherstellung gerade so wirke, wie
„Wasserstoff, Schwefel und Kohle:

„Daß das Licht diese Wirkung nur durch Zersetzung des Was-
„sers hervorbringe."

Diese drey Folgerungen dürften wohl am ehesten zugegeben werden; nicht so die übrigen, welche noch hinzugefügt werden.

Daraus erhält auch mein obiger Satz eine neue Bestätigung, daß bey Zersetzung und Bildung des Wassers immer das Licht mitwirke (§§. 115-120).

§. 141.

Um nichts zu übergehen, was hieher gehört, will ich auch die Gr. Rumfordschen Versuche kürzlich anführen: (Phil. transact. l. c.)

Nr. 1. 2. 3. 4. Eine Goldauflösung in Königswasser wurde bis zur Trockne abgedampft, und das Ueberbleibsel mit so viel destillirtem Wasser aufgelöst, als hinreichte, die Krystallisation zu verhindern. Damit wurde der mittlere Streifen eines weißseidnen Bandes benetzt, und dann in horizontaler Richtung anderthalb Zoll hoch über der Spitze einer hellbrennenden Wachskerze gehalten, und allmälig seiner ganzen Länge nach über das Licht weggeführt.

Das Band dampfte, trocknete, und erhielt zulezt einen schön purpurfarbnen Strich, der, selbst durch vollkommne Kochsalzsäure, unauflöschlich war; reguliniſches Gold war aber nicht zu entdecken.

Streifen von Leinwand, Baumwolle, Papier u. dgl. verhielten sich eben so.

Seidenbänder mit einer Auflösung von salpetersaurem Silber befeuchtet, wie oben behandelt, erhielten eine lichtbraune Farbe.

Wurde das Band in verticaler Richtung neben der Kerze gehalten, so mußte man's bis auf $\frac{1}{8}$ Zoll der Flamme nähern, um die obigen Farben hervorzubringen. Was Mad. Fulhame oben langsam durch Sonnenlicht, das erhielt Herr Graf Rumford hier durch Licht und Wärme der Kerze geschwinder.

Nr. 5. 8. Zwey sich ganz gleiche Taffetbänder wurden mit der Goldauflösung benetzt und in offenen Glascylindern A und B der Sonne ausgestellt: A blieb unbedeckt, B aber mit beiderseits geschwärzter Pappe umhüllt, um alles Licht abzuhalten.

In wenigen Minuten änderte A seine Farbe, und nach 5 Stunden war es tief carmoisinroth. Das Band in B aber zeigte nach drey Tagen noch keine Spur einer Veränderung.

Wurde aber das Band A zuvor im Dunklen getrocknet, und in einer mit Kork gesperrter Flasche der Sonne bloßgestellt, so dauerte

es eine halbe Stunde, bis sich Spuren von einer Farbenänderung zeigten, welche aber sogleich erfolgte, wenn man es mit destillirtem Wasser benetzte. Dieselben Versuche und Resultate kommen bey Fulhame vor.

Nr. 6. 7. Gepulverte Talkerde mit der Goldauflösung benetzt und wie die Seidenbänder behandelt, verhielt sich in allem so, wie die Bänder.

Nr. 16. Eine mit Wasser in verschiedenen Proportionen (welche nicht ganz genau angegeben werden) diluirte Goldauflösung wurde in vier Gläschen auf Talkerde geschüttet, der Sonne ausgesetzt und während des Versuches öfters gerüttelt. Alle Flüssigkeiten änderten ihre Farben, nur in ungleichem Grade.

Nr. 9. 10. In eine sehr durchsichtige, dünne Glasröhre, 10 Zoll lang, $\frac{3}{5}$ Zoll weit, wurden Stückchen von Kohle geworfen, und Goldauflösung darauf geschüttet, so daß die Kohlen von der Flüssigkeit beynahe ganz bedeckt waren: dann wurde die Röhre der Sonne ausgesetzt. In weniger als einer halben Stunde zeigten sich deutliche Spuren von reducirtem Gold auf der Kohle, und nach sechs Stunden sah man die innere Glasfläche, so wie die Kohle großentheils mit reguliniſchem Gold bedeckt, die zuvor glänzendgelbe Flüssigkeit aber farbenfrey, und wie reines Wasser hell.

Durch dunkle Wärme von 210° Fahrenh. erhielt man dasselbe Resultat.

Nr. 11. 12. Salpetersaures Silber eben so behandelt, gab sowohl im Sonnenschein als in der dunklen Wärme des siedenden Wassers ähnliche Resultate.

Nr. 13. 14. 15. Schwefeläther der Gold- oder Silberauflösung zugesetzt und in die Sonne gestellt reducirte den Goldkalk sehr schnell.

Eben so Terpentin- und Olivenöl: auch in der Siedhitze des Wassers. Alcohol aber vermochte nichts.

§. 142.

Durch alle diese Versuche werden die Folgerungen der Madame Fulhame neuerdings unterstützt; auch ergiebt sich daraus, daß die Beysätze, welche man zu Metallreductionen anwendet, z. B. Kohle, Wasser, Zucker u. dgl. durch das Licht immer so unterstützt werden, daß sich die Reduction geschwinder ergiebt; will man hingegen das Licht entbehren, so muß man durch erhöhte Temperatur zu Hülfe kommen.

Legt man z. B. zerstückelten Phosphor in eine Goldauflösung und stellt das Gläschen in den Sonnenschein, so oxydirt sich der Phosphor schnell, und das Gold fällt sich in metallischen Blättchen.

Was ich von §. 124-143 von Wiederherstellung der Metalle mit Zuziehung des Lichtes gesagt habe, scheint unumstößlich zu beweisen, daß Licht nicht nur etwas wirklich existirendes sey, sondern auch, daß es viele chemische Processe einleite, unterstütze und vollende: ganz vorzüglich aber, daß es zur Wiederherstellung der Metalle beytrage. Gesetzt aber auch, manche der oben angeführten Reductionen können auch durch Wärme ohne Licht erhalten werden, so beweißt dieses weiter nichts, als daß ein und derselbe Effect auf mehr als eine Art könne erfolgen, was in der Chemie hundertmal der Fall ist. Ferner muß man dabey den Umstand nicht vergessen, daß Wärme ohne Licht allemal einen höhern Grad der Temperatur fordert, als Licht und Wärme zugleich: und endlich, daß öfters Wärme ohne Licht den Effect gar nicht leistet. Man muß nicht aus einem einzigen Versuche etwas für oder gegen diese Theorie schließen, sondern die ganze Reihe der Versuche mit einem Blick übersehen, um einen gültigen Ausspruch zu thun.

Oxydation, Säuerung.

§. 143.

Da die unmittelbare Wirkung des Lichtes immer dahin geht, das Säureprincip frey zu machen; also mehr zur Desoxydation als zur Oxydation beyzutragen: und da ich davon in den vorhergehenden Paragraphen meines Erachtens alles Wissenswerthe und bisher Bekannte (Electricität und Galvanismus ausgenommen) gesammelt habe, so bleibt mir für diesen Punct nichts weiter übrig, als ganz kurz

A. von der Oxydation der Metalle,

B. vom Bleichen vegetabilischer Substanzen, und

C. von der durch den Sauerstoff bewirkten Farbenänderung zu handeln; denn dem Processe des Verbrennens der Körper werde ich einen eigenen Abschnitt widmen.

A. Oxydation der Metalle.

§. 144.

Die meisten Metalle leiden in der freyen Luft durch die Länge der Zeit eine Veränderung, welche sich durch das Mattwerden ihrer zuvor glänzenden Oberfläche, durch Verlust und Aenderung ihrer Farbe u. dergl. äußert. Es ist dieses eine langsame Verkalkung, Säuerung. Dieses begegnet vorzüglich dem Eisen, Bley und Queckſilber; aber auch das Kobolt, Wismuth, Spiesglanz, Molybden u. dergl. sind nicht davon ausgenommen.

Die unmittelbare Ursache dieser allmähligen Verkalkung ist ohne Zweifel das Wasser und die Feuchtigkeit der Luft; mittelbare Ursache aber alles, was zur Zersetzung des Wassers beyträgt, wohin vor allen das Licht gehört, wie ich bereits erwiesen habe. Man würde aber zu weit gehen, wenn man dem Lichte allein alles zuschreiben wollte.

§. 145.

Man kann das Queckſilber, das Bley- und Zinnamalgama durch bloßes Schütteln in Gefäßen, ſelbſt im Dunkeln, in eine ſchwarze Halbſäure verwandeln; woran alſo Licht gewiß keinen Theil hat.

Daſſelbe Phänomen zeigt ſich bey unſern Barometern und Thermometern.

Seit fünfundzwanzig Jahren beobachte ich die täglichen Veränderungen an einem und demſelben Barometer. Oben, wo das Queckſilber an die torricelliſche Leere gränzt, iſt es noch immer vollkommen rein und glänzend, ungeachtet das Inſtrument in einem ſehr gut beleuchteten Zimmer hängt; in dem birnförmigen Queckſilberbehälter hingegen zerſetzt es ſich auf der Oberfläche ſo ſehr, daß ich die ſchwarze Haut ſchon öfters wegſchaffen und den Abgang mit reinem Queckſilber erſetzen mußte. Und dennoch iſt dieſes Behältniß mit einem meſſingnen Kapſel überzogen, um das Werkzeug vor allen Unfällen zu ſichern.

Dieſes unvermeidliche Schwärzen und Oxydiren des mit Luft in Berührung ſtehenden Queckſilbers benimmt dem de Luc'ſchen Barometer den Werth und macht es zu täglichem, Jahre lang anhaltendem Gebrauch untauglich.

Eben dieſen Fehler haben Queckſilberthermometer, welche nicht luftleer und oben nicht geſchloſſen ſind. Sie ſchwärzen die innere Fläche der Glasröhre ſo ſehr, daß ſie nach Jahr und Tag ganz und gar unbrauchbar ſind.

§. 146.

Bey Verkalkung der Metalle durch Feuer pflegt man alles der erhöhten Temperatur zuzuſchreiben, wie ich aber glaube, ſehr unrichtig; in den meiſten Fällen tritt Licht als mitwirkende Urſache ein.

Die edlen Metalle (Platinum, Gold und Silber) lassen sich durch das gewöhnliche Feuer unserer Oefen gar nicht, Queckſilber nur sehr schwer verkalken. Legt man aber diese Metalle in den Brennpunct einer mächtigen Glaslinse oder in die durch Sauerstoffgas angefachte Hitze, so erreicht man seinen Zweck: es scheint mir aber nicht so sehr der Grad der Hitze als jener der Beleuchtung vermehrt zu seyn. Die Function der Wärme ist gröſtentheils Flüſſigmachen, jene des Lichtes Bewirkung des Oxydationsprocesses. Allein hiemit ist noch nicht alles gesagt. Das Licht hebt hier nur die Anziehung auf, welche das Säureprincip (den Sauerstoff) an ein drittes hält; ist diese Anziehung überwunden, so wirft sich der Sauerstoff selbst mit Gewalt auf das säuerungsfähige Substrat.

Wer mit Mad. Fulhame alle Oxydationen und Desoxydationen der Zerlegung des Wassers zuschreibt, der wird das Verkalken der Metalle durch bloße Hitze so erklären, daß er dem Lichte die Zersetzung des Wassers, und dem Sauerstoff des Wassers die Oxydation des Metalles zuschreibt.

Wer mit Winterl den Wärmestoff als ein Compositum aus Säure- und Baseprincip (§. 92) ansieht, der wird sagen, daß in obigem Falle das Licht die Anziehung, welche die Bestandtheile des Wärmestoffes unter einander haben, aufhebt, und so mittelbar die Wirkung des Bandes befördert, welches nun das freye Säureprincip an das Metall zieht, und damit verknüpft.

Jede Partey hat Gründe für sich — vielleicht stehen sie nicht einmal mit einander im Widerspruch — ich kann mich aber hier nicht mit dieser Untersuchung beschäftigen. Dies soll zu einer andern Zeit geschehen.

In keinem Falle bewirkt Licht unmittelbar Oxydation; vielmehr verläßt das Licht den Körper, es tritt hervor, wenn Sauerstoff hinzutritt, oder: Licht erscheint, wenn Sauerstoff verschwindet, welches bey allen Verkalkungen durch die Hitze

geschieht. Man kann daher reguliniſches Metall einen lichtreichen, ſein Metalloxyd aber einen lichtarmen Körper nennen.

Geſchieht die Oxydation durch Waſſer oder durch Säuren, ſo vertritt das Licht ſehr oft die Stelle des Trennungsmittels, indem es Waſſer und Säuren zerlegt, den Sauerſtoff daraus frey macht, wie wir oben (§. 106-118.) geſehen haben, und alſo mittelbar zur Oxydation des Metalles beyträgt.

Die Oxydationen durch eine electriſche oder voltaiſche Batterie fodern vermuthlich eine ganz andere Erklärung.

B. Das Bleichen vegetabiliſcher Subſtanzen.

§. 147.

Die merkwürdigen Eigenſchaften der vollkommnen Salzſäure, und das Bleichen mittelſt derſelben hat uns erſt die nöthigen Aufſchlüſſe über das gewöhnliche Bleichen der Leinwand und anderer vegetabiliſchen Materien gegeben.

Es wird niemand läugnen, daß die ſchnelle Entfärbung vegetabiliſcher Subſtanzen mittelſt der oxydirten Kochſalzſäure darin beſteht, daß der Ueberfluß von Sauerſtoff aus der Säure in das zu bleichende Material übergehe. Sieht man nun, daß unſere Leinwand, Baumwolle, Wachs u. dergl. längere Zeit der Sonne ausgeſetzt und öfter mit Waſſer befeuchtet, ſich gleichfalls bleicht, ſo iſt man berechtiget, dieſen Erfolg derſelben Urſache (dem Beytritt des Sauerſtoffes) zuzuſchreiben. Alles kömmt hier wieder auf die Zerlegung des Waſſers mittelſt des Sonnenlichtes zurück.

a) Das Wachs bleicht ſich ſchon an der Sonne ohne Begießen mit Waſſer; und weil es in der Luft und dem fallenden Thau ſo viel Feuchtigkeit findet, als nöthig iſt, ſelbes gehörig zu ſäuern und zu bleichen.

b) Der Flachs hingegen muß außerdem noch durch eine alkaliſche Lauge vorbereitet, und öfters mit Waſſer begoſſen werden.

c) Je mehr Sauerstoff im Wasser enthalten ist, desto besser dient es zu diesem Zwecke. Daher das Regenwasser dem Quellenwasser, und das künstliche Bleichwasser jenem vorzuziehen ist.

d) Der durch Verfertigung der künstlichen Sauerbrunnen berühmte Genferkünstler Nicolaus Paul hat bereits im Kleinen die Probe gemacht, daß ein mit Sauerstoffgas reichlich geschwängertes Wasser zum Bleichen der Leinwand eben so gut sey, als die oxydirte Salzsäure. (Scherer allgem. Journal der Chemie B. I. S. 713. B. III, S. 385.)

Ob nun gleich dieses Mittel nicht so leicht im Großen dürfte anwendbar werden, so liefert es doch einen neuen Beweis des Satzes, daß das Bleichen der vegetabilischen Materien von dem Sauerstoff abhange und das Wasser durch Licht zersetzt werde.

§. 148.

Hierher gehört alles, was Senebier in seinen Recherches sur l'influence de la lumiére, Part. II. III. von Entfärbung der Hölzer, der vegetabilischen Tincturen und Extracte u. a. m. sehr umständlich anführt, und wovon ich, um keine Lücke zu lassen, die Hauptresultate hersetze:

a) Alle Holzarten dem Tageslicht oder gar der Sonne bloßgestellt, verlieren ihre frische Farbe, welche sie gleich nach dem Abhobeln zeigen.

b) Dieses Entfärben wächst mit der Intensität des Lichtes und mit der Dauer des Versuches: hängt übrigens sehr von der Holzart selbst ab.

c) Ausländische gefärbte Hölzer erhalten immer eine mattere Farbe: die inländischen werden gewöhnlich braun, wie Fichten- und Eschenholz; oder bleich und weißlicht, wie Nußbaumholz.

d) Weder der freye Luftzug, noch die dunkle Wärme, noch die Feuchtigkeit für sich allein, ohne Licht, bringen diese Würkungen hervor.

e) Die äußere Fläche, das Zellgewebe derselben, und der Splint widerstehen der Farbenänderung viel mehr als der holzige Theil des Stammes, der immer am meisten leidet.

Dieses schreibt Senebier dem Harze zu, welches sich gerade in diesem Theil des Baumes am häufigsten vorfindet.

f) Verfaultes und in Staub zerfallenes Holz ändert sich im Lichte nicht weiter mehr: es hat bereits alle seine Metamorphosen durchwandelt, hat schon mehrere seiner Bestandtheile verloren, und ist nun dem lezten Grade der Zersetzung unterworfen.

§. 149.

g) Es ist bekannt, daß die grünen Blätter aller Erd- und Wassergewächse, wenn man sie eine zeitlang in Weingeist legt, eine grüne Tinctur geben. Diese Tinctur von den Blättern abgesondert und in die Sonne gestellt verliert bald ihre grüne Farbe, und der Weingeist wird wieder durchsichtig.

h) Alle übrigen grünen Theile der Vegetabilien, als: die grünen Schotten, Saamenkörner, Stängel, Fruchtstiele u. s. f. verhalten sich eben so.

i) Die Blumenblätter färben den Weingeist, nach Verschiedenheit ihrer natürlichen Farbe, verschieden. Alle diese Tincturen verlieren im Sonnenlichte gleichfalls ihre Farben.

k) Die Wärme ohne Licht bringt diese Entfärbung nicht hervor; weder Ofenwärme, noch Sonnenwärme ohne Licht.

l) Sollen diese Versuche gelingen, so wird der Umstand als nothwendig erfodert: die Flaschen nämlich, welche die Tinctur enthalten, müssen entweder offen gelassen werden, oder, wenn man sie ja mit Kork verstopfen will, so darf das Glas nicht ganz, sondern nur zum Theil gefüllt seyn; gerade so, wie wir oben von den Säuern gesagt haben. (§. 100, S. 80.)

m) Füllt man das Glas zum Theil mit Sauerstoffgas, so geht der Versuch noch geschwinder vor sich.

§. 150.

In allen eben erzählten Fällen ſcheint mir das Licht ungefähr ſo, wie beym Bleichen der Leinwand, zu wirken. Vermuthlich geht überall eine Waſſerzerſetzung und eine ſchwache Oxydation der vegetabiliſchen Subſtanzen vor.

§. 151.

Folgende zwey Beobachtungen liefern ein Beyſpiel einer Entſäuerung im eigentlichen Verſtande.

Die Säfte der unreifen Baumfrüchte ſind äußerſt ſauer und herbe; dieſe Acidität aber entweicht unter unſern Augen zur Zeit des Reifens, wo die herbe Säure in eine ſüße, oder in Geſchmackloſigkeit, verwandelt wird. Dieſe Zerſtörung der Säure in den Baumfrüchten begleitet zuweilen ein beſonderer Geruch, der ſich beynahe in dem Verhältniſſe entwickelt, in welchem die Acidität verſchwindet. Rührt dieſer Geruch vielleicht vom Säureprincip her, welches, vom Sonnenlichte ausgetrieben, einige Theile der Frucht mit ſich entführt?

Der Sauerampfer und der Sauerklee enthalten Sauerkleeſäure; während dem langſamen Austrocknen aber, welches bey den Pharmaceuten üblich iſt, verlieren beyde die Acidität, ſo, daß nach dem Trocknen gar keine zurückbleibt. Verlieren nicht alle Kräuter durch Austrocknen einen Theil ihrer Heilsmittel? Liegt hier nicht Wirkung des Lichtes mit im Spiel?

C. Farbenänderung durch den Sauerſtoff.

§. 152.

Hier ſcheint mir der ſchicklichſte Ort zu ſeyn, von dem mannigfaltigen Farbenſpiel ein Wort zu ſagen, welches man bey der Oxydation und Desoxydation der Körper aller drey Naturreiche bemerkt.

h) Schwarzes Magnesiumoxyde mit starkem Feuer behandelt giebt eine Menge Sauerstoffgas von sich, und verliert zugleich seine Schwärze, indem es braun wird.

Behandelt man es mit dem Blasrohr bey der Schmelzlampe, oder mit Kohlen im Brennpuncte, so kann man ihm seine Farbe nehmen, indem es reguliniſch wird, und gleich wieder geben, indem es ſich neuerdings oxydirt.

i) Auf den Glashütten macht der Braunstein gute Dienste, weil er, gemäß seines Sauerstoffes, geschickt ist, die Theile, welche der Glasmasse Farbe geben, zu zerstören und ein weißes Glas herzustellen, ob er gleich, in zu großer Menge beygesetzt, selbst einen Hyacinthfluß liefert.

k) Endlich ist es bekannt, daß man die gefärbten Gläser immer durch Metallkalke erhält, und daß die Kunst der Porcellanmaler darin besteht, solche Metalloxyde aufzutragen, welche, mit Feuer behandelt, die verlangte Farbenmiſchung geben.

§. 156.

Die vegetabiliſchen Subſtanzen ſpielen ſo lang ſie leben mit den prächtigſten Farben nach allen möglichen Abſtufungen. Nach ihrem Tode verliert ſich dieſer Farbenreitz, und, in der Sonne und freyen Luft getrocknet, werden ſie zulezt ganz unkennbar.

Was Luft und Licht nur langſam bewirkt, das vermag die oxydirte Kochſalzſäure beynahe augenblicklich, obwohl wir noch nicht ſo weit gekommen ſind, den Effect vorhinein zu beſtimmen.

Die grünen Theile der Pflanzen werden durch dieſe Säure zuweilen weiß, ein anderesmal gelb, einige auch röthlicht; wie in der Luft. Die Blätter der ſtets grünen Bäume widerſtehen der gewaltſamen Entfärbung am längſten, und werden zulezt doch nur gelb; die rothen und blauen Blumen hingegen ſchießen ſehr ſchnell.

Alles kömmt darauf an, ob ſich der überflüſſige Sauerſtoff der Salzſäure leichter oder ſchwerer, ergiebiger oder ſparſamer mit der Pflanze verbindet.

hat; dann geht es in Eiſenmohr über, und endlich wird es in eine röthlichbraune Eiſenerde (Crocus Martis) verwandelt, das wahre Eiſenoxyde.

d) Betrachtet man die ausgemalten Figuren in Herrn von Marums Elektriſirmaſchine (1 Continuat. Planche I-IX, à Harlem 1787), welche die Reſultate über das Verkalken der Metalle durch Electricität anſchaulich darſtellen, ſo ſieht man das mannigfaltigſte, ſchönſte Farbenſpiel, welches bey einem und demſelben Metall von verſchiedenem Grade der Verkalkung abhangt.

§. 154.

Noch mannigfaltiger wird das Farbenſpiel, wenn man die Metalle in Säuren auflöſt, indem dadurch ſowohl die Säure als das Metall Aenderungen unterworfen wird, und alſo zur Farbenveränderung beyträgt. Ich will nur ein Paar Beyſpiele anführen:

e) Wenn man ſchwefelſaures Eiſen durch ein Alkali niederſchlägt und dann der Luft und dem Lichte ausſetzt, ſo wird es nach und nach durch folgende Farbenabſtufungen gehen, ſo wie es ſich immer mehr oxydirt; es wird blau, grün, braun, roth, gelb, und endlich weißlicht ausſehen.

f) Wenn man eine Kupferauflöſung durch Ammoniak präcipitirt und dann oxydirte Kochſalzſäure zuſetzt, ſo wird das blaue Präcipitat ſogleich ins Grüne übergehen, welches auch geſchieht, wenn man es länger der freyen Luft und dem Licht ausſetzt.

§. 155.

Bey der langſamen Reduction der Metalle zeigen ſich ähnliche Farbenveränderungen, wovon wir ſchon oben mehrere Beyſpiele angeführt haben.

g) Eine diluirte Goldauflöſung auf Talkerde geſchüttet und der Sonne ausgeſetzt, wird anfangs ſchwach violet, dann ſtärker blau, zuletzt tief purpurroth.

h) Schwarzes Magnesiumoxyde mit starkem Feuer behandelt giebt eine Menge Sauerstoffgas von sich, und verliert zugleich seine Schwärze, indem es braun wird.

Behandelt man es mit dem Blasrohr bey der Schmelzlampe, oder mit Kohlen im Brennpuncte, so kann man ihm seine Farbe nehmen, indem es reguliniſch wird, und gleich wieder geben, indem es ſich neuerdings oxydirt.

i) Auf den Glashütten macht der Braunſtein gute Dienſte, weil er, gemäß ſeines Sauerſtoffes, geſchickt iſt, die Theile, welche der Glasmaſſe Farbe geben, zu zerſtören und ein weißes Glas herzuſtellen, ob er gleich, in zu großer Menge beygeſetzt, ſelbſt einen Hyacinthfluß liefert.

k) Endlich iſt es bekannt, daß man die gefärbten Gläſer immer durch Metallkalke erhält, und daß die Kunſt der Porcellänmaler darin beſteht, ſolche Metalloxyde aufzutragen, welche, mit Feuer behandelt, die verlangte Farbenmiſchung geben.

§. 156.

Die vegetabiliſchen Subſtanzen ſpielen ſo lang ſie leben mit den prächtigſten Farben nach allen möglichen Abſtufungen. Nach ihrem Tode verliert ſich dieſer Farbenreitz, und, in der Sonne und freyen Luft getrocknet, werden ſie zulezt ganz unkennbar.

Was Luft und Licht nur langſam bewirkt, das vermag die oxydirte Kochſalzſäure beynahe augenblicklich, obwohl wir noch nicht ſo weit gekommen ſind, den Effect vorhinein zu beſtimmen.

Die grünen Theile der Pflanzen werden durch dieſe Säure zuweilen weiß, ein anderesmal gelb, einige auch röthlicht; wie in der Luft. Die Blätter der ſtets grünen Bäume widerſtehen der gewaltſamen Entfärbung am längſten, und werden zulezt doch nur gelb; die rothen und blauen Blumen hingegen ſchießen ſehr ſchnell.

Alles kömmt darauf an, ob ſich der überflüſſige Sauerſtoff der Salzſäure leichter oder ſchwerer, ergiebiger oder ſparſamer mit der Pflanze verbindet.

Was aber die Ursache der grünen Farbe sey, ist noch nicht so gut entwickelt. — Etwa Mangel an figirtem Sauerstoff, und Ueberfluß an Wasserstoff und Kohlenstoff?

§. 159.

Auf die animalischen Substanzen scheint der Sauerstoff so zu wirken, daß er sie gelb färbt. Wir wissen wenigstens, daß weiße Seide und Wolle in der oxydirten Kochsalzsäure gelb werden. — Eben dieses bewirkt die Salpetersäure auf der Haut des Menschen. Knochen werden in obiger Säure goldgelb (§. 108 b).

Wenn man Phosphor in Glasröhren bey mäßiger Temperatur dem Sonnenschein aussetzt, damit der Phosphor aufgelöst und zersetzt werde, so legt sich die Phosphorauflösung in Gestalt eines gelben Pulvers an die inneren Wände der Glasröhre an; dieses anfangs masticotgelbe Pulver wird nach und nach orange, und zulezt zinnoberroth, welches vermuthlich auch vom Grade der zunehmenden Oxydation herrührt. Unter Wasser hingegen bildet sich auf den Phosphorstangen im Lichte eine weiße Kruste.

§. 160.

Ueberhaupt scheint es unmöglich, eine Regel festzusetzen.

Der Sauerstoff giebt der gemeinen Salzsäure eine gelbe Farbe und macht sie zur oxygenirten Salzsäure. Nimmt man ihr den Sauerstoff, so wird sie wieder ungefärbt.

Die Salpetersäure hingegen verhält sich gerade umgekehrt; sie wird durch Desoxydation im Lichte gelb; allein das nitröse Gas (eine Halbsäure) nimmt beym Zutritt des Sauerstoffgases eine orangegelbe Farbe an.

Die Oele, wenn sie viel Farbe haben, lassen sich im Sonnenlicht bleichen, und erscheinen dann ganz ungefärbt.

Die Entfärbung der vegetabilischen Tincturen (§. 149) im Lichte ist wahrscheinlich eine Oxydation, wie das Bleichen der Baumwolle, des Flachses u. dergl. (§. 147)

Es ist bekannt, daß die mit Indigo gefärbten Zeuge, wenn sie aus der Küpe kommen, grün sind, und erst an freyer Luft blau werden; man kann diese Färbung nur dem Sauerstoff der Atmosphäre zuschreiben. Auch das Satzmehl des Indigs und Waids nimmt nicht eher die blaue Farbe an, als bis sie durch Schlagen und Umrühren mit der atmosphärischen Luft recht in Berührung kommen. Dazu wird nun aber gerade ein bestimmter Grad von Oxydirung erfodert; denn eine noch größere Quantität von Sauerstoff verwandelt diese Farbe wieder, wie aus der Wirkung der oxydirten Salzsäure auf den Indig erhellt.

§. 161.

Der Endschluß, welchen ich aus allen diesen Erscheinungen ziehe, ist dieser: 1) daß der Sauerstoff durch seinen Beytritt und Austritt selbst die Structur der Körper verändere; denn wie könnte ein und derselbe Körper bald blau, bald grün, braun, roth und gelb aussehen, wenn nicht seine Oberfläche diese Farben reflectirte? und wie könnte, nach Newtons Theorie, (welche ich für die einzig wahre halte) dieß geschehen, wenn sich nicht die reflectirende Fläche so änderte, daß sie geschickt sey, jezt gerade die blauen Strahlen zurück zu senden, und alle übrige zu verschlucken, ein andermal andere?

2) daß Sauerstoff und Licht unaufhörlich mit einander wechseln, indem das Farbenspiel der Körper wechselt, wie das Hinzutreten und Entweichen des Oxygene.

3) daß nicht alle Strahlen in gleichem Verhältnisse mit den Körpern und mit dem Sauerstoff stehen — anders die vegetabilischen, anders die thierischen — und eben so die Körper des Mineralreiches wieder anders. Eine unendliche Menge von Combinationen!

§. 162.

Uebersicht dieses Abschnittes.

Fassen wir nun alle einzelne Resultate dieses an chemischen Processen und Versuchen so reichhaltigen Abschnittes unter einen Augpunct zusammen, so geht aus allen nur eine Haupteigenschaft des Lichtes hervor:

„das Licht ist das wirksamste Agens in der Natur, unmittelbar Desoxydation, mittelbar Oxydation der Körper zu bewirken;" oder:

„Wenn Licht sich mit dem Körper verbindet, wird Säureprincip frey."

„Wenn Säureprincip sich mit dem Körper verbindet, wird Licht frey."

„Licht und Säureprincip zwey ganz verschiedene Dinge; Antagonisten, wenn ich so sagen darf."

„Das Licht zerreißt das Band, durch welches das Säureprincip an den Körper gebunden wurde."

Alle diese Sätze sind identisch, und kommen immer auf eines hinaus. Der vollständige Beweis liegt im ganzen dritten Abschnitte; jeder einzelne Paragraph beynahe liefert einen Theil desselben. Aber auch der zweyte Abschnitt enthält schon die Grundzüge dieser Wahrheit, und die Erscheinungen des Vegetationsprocesses können ohne Zuziehung derselben nicht vollständig erklärt werden.

Außer diesem allgemeinem Grundsatze erhellt auch noch aus §§. 152-160, daß das Licht, wenn es sich mit den Körpern verbindet, mannigfaltig modificirt und zerlegt wird; daß einige Farbenstrahlen ausgeschieden, andere zurückgehalten werden, und daß dieses Farbenspiel mit dem jedesmaligen Zustand des Körpers wechselt, wozu der Sauerstoff ganz vorzüglich beyträgt.

Alles dieses wird sich in Folge noch durch viele andere Erscheinungen bestätigen.

Vierter Abschnitt.

Verbrennlichkeit und Verbrennen

item:

Leuchten der Körper.

§. 163.

Es ist mir unbegreiflich, wie Männer von Einsicht und Kenntnissen dem antiphlogistischen Systeme einen so unbedingten Beyfall geben können, daß sie zwischen verbrennlichen und unverbrennlichen Körpern keinen Unterschied zu machen wissen, als welchen das Daseyn des Sauerstoffes hervorbringt: daß sie die beym Verbrennungsproceß ausbrechende Flamme und das dabey entweichende Licht, ganz aus der umgebenden Luft herholen, und so den verbrennenden Körper mehr leidend als wirkend betrachten, so daß das Licht, des ganzen Processes unbeschadet, völlig überflüssig ist, und wohl gar wegbleiben könnte.

In diesem Systeme wird gerade von der frappantesten Erscheinung, dem Lichte, keine Rechenschaft gegeben. Ein Einwurf, den man schon hundertmal wiederholt hat.

So laut die Natur hier redet, und so hellleuchtend sie sich zeigt, so scheinen doch einige Augen und Ohren zu schließen, um weder die Stimme, noch die Aufklärung der Natur zu vernehmen und zu bemerken. Zwar nimmt die Anzahl der strengen Antiphlogistiker immer mehr ab, und der Zeitpunct scheint nicht sehr entfernt zu seyn, daß man in Lavoisier's Systeme wesentliche Aenderungen zu machen, und dann auch den Verbrennungsproceß ganz anders zu erklären, sich wird berechtiget finden.

§. 164.

Ich meines Orts setze zwischen verbrennlichen und unverbrennlichen Körpern den wesentlichen Unterschied, daß jenen der Lichtstoff als ein charakteristisches Merkmal beygesetzt ist, welcher erst bey der völligen Zersetzung durchs Verbrennen aus ihnen entweicht. Ferner leite ich das beym Verbrennen freywerdende Licht nicht aus dem Sauerstoff der sie umgebenden Luft, sondern aus dem verbrennenden Körper selbst her, und nur der Wärmestoff hat seine Abkunft grösstentheils aus der zum Verbrennen nothwendigen Luft. Dieser Licht- und Wärmestoff endlich mit einander verbunden bilden das, was wir Flamme, Glühhitze u. dergl. nennen.

Ich habe noch nicht Phänomene genug aufgezählt, nicht Versuche genug angeführt, nicht alle hieher gehörigen Materien abgehandelt, um schon den Beweis obiger Sätze zu führen. Es wird aber geschehen, ja er wird von sich selbst hervorgehen, dieser Schluß, wenn ich den praktischen Theil meiner Abhandlung werde beendiget haben.

§. 165.

Gegenwärtiger Abschnitt wird die Erscheinungen

A. der Phosphore,
B. der Selbstentzündungen,
C. der Glühhitze, und
D. des Brennpunctes enthalten.

A. Natürliche und künstliche Phosphore.

§. 166.

Unter der Benennung Phosphor begreiffe ich alle Körper, welche entweder von Natur, oder durch eine künstliche Vorberei-

tung die Eigenschaft besitzen, im Dunkeln zu leuchten, ohne daß eine sichtbare und schnelle Zersetzung derselben (Verbrennen) vor sich geht.

Nach dieser weitumfassenden Bedeutung theile ich die Phosphorn in folgende Klassen ein:

a) Natürliche Phosphorn:
b) Lichtsauger, Phosphorn durch Insolation:
c) Lichtmagnete, durch Kalcination:
d) Phosphorn durch Erhitzen und Reiben:
e) Kunkels Phosphor.

a) Natürliche Phosphorn.

§. 167.

Der erste im eigentlichen Sinn natürliche Phosphor ist meines Erachtens das Auge der Katze, und mehrerer Nachtvögel.

Bekanntlich sehen diese Thiere in der dunkelsten Nacht, das heißt, sie unterscheiden äußere Gegenstände auch dort noch, wo kein Strahl von Licht irgendwo existirt. Oft dachte ich dieser allbekannten und doch schwer zu erklärenden Erscheinung nach. Ich glaube die wahre Ursache darin gefunden zu haben, daß die Augen dieser Thiere sich selbst leuchten. Es sind natürliche Phosphore, welche bey Tag eng zusammengezogen, des Nachts aber weit geöfnet so viel Licht um sich verbreiten, daß äußere nahe Gegenstände hinreichend davon beleuchtet und erkenntlich werden. Dieses Licht strömt aus der wässerigten Feuchtigkeit des Auges aus, fällt schwach auf die benachbarten Körper, und wird davon neuerdings in das Auge des Thieres zurückgeworfen. Die Katze trägt also des Nachts ihre Leuchte selbst mit- und in sich herum. Wie sehr die Katzenaugen, im Finstern betrachtet, funkeln, weiß Jedermann. Dieses Licht kann entweder ein bey Tage eingesogenes, oder noch besser, aus den Flüssigkeiten des Auges selbst entwickelt seyn.

Zweytens gehören hieher die Johanniswürmchen und Johankäfern (lampyris noctiluca), einige Arten von Springkäfern und Cicaden, die Asseln (oniscus), die Pholaden (dactylus Plinii), die Nereiden, die Quallen (Medusa phosphorea), verschiedene Schleimthiere (mollusca), und überhaupt alle jene Seethierchen, von welchen das Leuchten der See herkommt.

Drittens im leblosen Zustand leuchtende Thiere; als: todte Fische des süßen Wassers, so wie des Meeres, besonders die Heringe und Makrelen, nicht ganz frisches Fleisch der Säugthiere u. dgl.

Viertens aus dem Pflanzenreiche das faule Holz, faule Erdäpfel u. s. f.

§. 168.

Ueber die Ursache des Leuchtens noch lebender Thiere, vorzüglich der Johanniswürmchen, hat man viel, zwar auch manches Alberne, geschrieben. Die Meynung derjenigen, welche hier die Zersetzung einer Feuchtigkeit zum Grunde legen, scheint mir die wahrscheinlichste zu seyn.

Carradori (Gren's Annalen der Physik B. 1, S. 205) fand unter den äußersten Ringen ihres Bauches das eigentliche Behältniß der leuchtenden Masse, die einem Teige gleicht, einen Knoblauchsgeruch, aber wenig Geschmack hat, und sich leicht herausdrücken läßt. Mit dem Mikroskop bemerkte er auf dem Bauch einige vorzüglich helle Puncte oder Löcherchen, welche dem leuchtenden Stoffe des Thieres den Ausbruch ins Freye gestatten.

Diese Meynung wird durch die schönen Bemerkungen unterstützt, welche die Akademiker von Bononien über die Dattelmuscheln machten (Comment. Bonon. Tom. II. Part. I. pag. 248 etc.). Das Leuchten dieser Seethiere rührt von einer schleimigten, zähen Substanz her, womit sie überzogen und beynahe durchdrungen sind; daher hört das Leuchten auf, wenn man sie austrocknet, und fängt wieder an, wenn man sie mit Wasser oder Milch befeuchtet, welches auch bey den Medusen und Johanniswürmchen zutrifft.

Endlich hat Nath. Hulme in einem schönen Aufsatze (Philos. Transact. 1800, p. 161-187.) erwiesen, daß das Licht faulender thierischer Körper der See, z. B. der Heringe, der Makrelen ꝛc. ihrer ganzen Substanz einverleibt ist; dieser leuchtende Stoff kann durch mancherley Prozesse aus ihnen gezogen und auf einige Zeit leuchtend erhalten werden.

Und so scheint bey allen leuchtenden Thieren eine und dieselbe Ursache zum Grunde zu liegen; nämlich eine der Zersetzung unterworfene Feuchtigkeit.

Auch hat Hulme a. a. O. erwiesen, daß das ausströmende Licht bey Heringen, Makrelen und dem Fleische der Thiere nur bey einem schwachen Grade der Fäulniß sich vorzüglich einfinde, und daß es abnimmt, so wie die Fäulniß einen höhern Grad erreicht. Diese leuchtende Substanz entweicht nach dem Tode der Thiere zuerst, was mit andern Bestandtheilen erst bey zunehmender Fäulniß geschieht.

§. 169.

Aus allen bisher gesammelten Erfahrungen und veranstalteten Versuchen scheint so viel ausgemacht zu seyn:

a) Dieses phosphorische Licht rührt von einer schwachen Zersetzung her,

b) Es ist mit keiner durch das Thermometer bemerkbaren Wärme begleitet,

c) Durch einen mäßigen Grad äußrer Wärme, so wie durch Bewegung, kann es zwar lebhaft gemacht werden; allein durch einen höhern Grad der Wärme verlischt es, indem die Substanz vertrocknet; aber auch durch Kälte wird es unterbrochen, wenn die leuchtende Substanz erstarrt.

d) In irrespirablen Gasarten geht das Leuchten nur schwach, oder gar nicht vor sich. Thierische Substanzen verhalten sich beym Leuchten beynahe eben so wie faules Holz, wovon ich weiter unten die Haupterscheinungen anführen werde.

So viel wird mir erlaubt seyn zu schließen, daß das Licht natürlicher Phosphore sich nicht aus der Atmosphäre, sondern aus den leuchtenden Körpern selbst entwickelt, ungeachtet Herr Spalanzani (über die Phänomene natürlicher Phosphorn u. s. w. Gren's Annalen der Physik B. 1, S. 59 u. f.) und viele andere Naturforscher entgegengesetzter Meynung sind.

Wollte man auch zugeben, wovon doch das Gegentheil aus noch anzuführenden Versuchen wird erwiesen werden, daß kein Leuchten ohne Zutritt des Sauerstoffgases möglich sey, so würde noch nicht folgen, daß das Licht seinen Ursprung aus der Luft habe; das Oxygene ist vielleicht nur darum nothwendig, weil es den Körper disponirt, sein eigen Licht fahren zu lassen.

Werden Johanniswürmchen in Wasserstoff- Stickstoffgas und andere irrespirable Gasarten versenkt, so hören sie nicht augenblicklich, sondern nur allmälig zu leuchten auf, welches doch im reinen Azote augenblicklich geschehen müßte, wenn das Licht aus dem Gas seinen Ursprung hätte.

b) Lichtsauger, Phosphorn durch Insolation.

§. 170.

Die zweyte Klasse der Phosphorn machen solche Körper aus, welche, eine zeitlang dem Sonnenlichte ausgesetzt, im Dunkeln ein schwaches Licht von sich geben, weswegen ich sie Lichtsauger nenne.

Diese Klasse ist aus allen die zahlreichste, indem es beynahe keinen Körper giebt, welcher auf diese Art nicht zum Leuchten könnte gebracht werden. Erden, Marmor, Gyps, Metalle, getrocknete vegetabilische Substanzen, Knochen, Muschelschalen, Leinwand, Papier u. dgl. leuchten auf diese Art.

Sind einige Körper von Natur aus nicht dazu geschickt, so nehmen sie diese Eigenschaft an, wenn man sie vorläufig mit mäßigem Feuer behandelt, röstet u. dergl.

Der gelehrte Barth. Beccari hat dieſen Gegenſtand ſo zu ſagen erſchöpft, weswegen ich mich auf ſeine Schriften berufen kann. (Comment. Bonon. T. II. P. I. p. 274-303, Part. II. p. 136-186, P. III. p. 488-519.

§. 171.

Der Carfunkel der Alten iſt bekannt; allein man weiß nicht mit Gewißheit, welchen Stein ſie darunter verſtanden haben, noch auch, ob es wirklich einen ſolchen des Nachts leuchtenden Stein gab, wenn es nicht der Diamant geweſen iſt, von welchem wir dieſe Eigenſchaft am erſten kennen lernten. Man kann hierüber Robert Boyle (de adamante in tenebris lucente) nachſehen, welcher aber ſeinen Diamant nie anders zum Leuchten brachte, als durch Reiben oder durch gelindes Erwärmen; daß dieſes auch durch Inſolation (durch Ausſetzen in die Sonne) erfolge, hat erſt ſpäterhin du Fay in Paris, und zu eben der Zeit Beccari in Bononien, entdeckt.

Merkwürdig iſt es, daß unter allen Edelſteinen dem Diamant allein dieſe Eigenſchaft zukömmt. Aber auch nicht alle Diamante leuchten, gewöhnlich die, dem äußern Anſehen und Werthe nach die ſchlechteſten, thun dieß am beſten.

Der Diamant des Beccari beſaß dieſe Eigenſchaft in ſo hohem Grade, daß er ſelbſt durch Mondenlicht, oder durch das Licht einer Kerze, konnte leuchtend gemacht werden: die Kälte hemmt das Leuchten; mäßige Wärme befördert und ſtellt es wieder her.

§. 172.

Es iſt alſo ein unleugbares Factum, daß ſehr viele Körper, mit denen gar keine vorläufige Behandlung oder Zubereitung vorgenommen wird, auf eine kurze Zeit leuchtend werden, wenn man ſie dem Sonnenſchein ausſetzt. Geſchieht dieſes nicht ſo, daß ſie Licht einſaugen, leicht an ſich halten, und dann im Dunkeln wieder von

sich entwischen lassen? Soll ich dieses den Körpern schwach adhärirende Licht Feuer nennen? Soll ich dieses Leuchten als ein schwaches Verbrennen ansehen? Soll ich die Quelle und die unmittelbare Abkunft dieses Lichtes aus der umgebenden Luft herleiten? — Wie unwahrscheinlich! wie gezwungen!

Dem denkenden Naturforscher wird auch der Umstand nicht entgehen, daß gerade die Substanzen des Pflanzenreiches und die eigentlich verbrennlichen Körper, als: Diamant, Gummi, Leim, Zucker, Baumwolle, Leinwand, Papier u. dgl. die besten Lichtsauger sind; nun habe ich aber die enge Verbindung dieser Körper mit dem Lichte aus andern Factis unleugbar erwiesen.

§. 173.

Folgende Beobachtung des vortrefflichen Herrn von Humboldt (über die unterirdischen Gasarten, S. 67.) bekräftiget meine Meynung:

„Es ist äußerst merkwürdig," sagt er, „daß das unterirdische Grubenholz sich fast nie im Zustande der Phosphorescenz befindet. Ein einziges Factum ausgenommen, da man im Sommer 1796 einen lichen filamentosus (also auch eigentlich kein Stammholz) leuchtend gefunden hat, konnte ich durch die sorgfältigsten Nachforschungen bey allen Bergleuten in Deutschland, Pohlen, England, Frankreich, der Schweitz, Italien und in den Niederlanden keinen ähnlichen Fall erfragen. Wohl aber hat sich gezeigt, daß unterirdisches, in den Gruben nicht leuchtendes Holz, wenn es in die Sonne gelegt wird, in wenig Tagen zu leuchten anfange, und daß ein langer aufrecht stehender Bolzen, der seiner ganzen Länge nach gleich faul war, nur so weit leuchtete, als er dicht unter der Hängebank vom Sonnenlicht getroffen wurde."

§. 174.

Auf den Einwurf, daß das Sonnenlicht mehr durch Erwärmen als durch Beleuchten Phosphorescenz hervorbringe, antworte

ich erstens: daß durch Erwärmen allerdings der Körper schicklicher gemacht werde, Licht aufzunehmen, wenn auch nichts anders dadurch sollte bewirkt werden, als daß sich seine Poren mehr öfnen. Es liegt aber vermuthlich noch etwas anderes zum Grund; daher weißes Papier an jenen Stellen ganz besonders phosphoreſcirt, die zuvor durch ein heisses Eisen sind erwärmt worden. Zweytens muß man bedenken,

Daß nicht bey allen Körpern dieses vorläufige Erwärmen nothwendig ist; denn beym Diamant des Beccari war schon das Mondenlicht hinreichend. Noch mehr beweisen dieses die schönen Versuche des Banquier Kortum zu Warschau, welcher zum Phosphoreſciren das electrische Licht gebrauchte. (Magazin für das Neueste aus der Physik ꝛc. von Voigt, Gotha, B. IX. St. 2. S. 1-44.) Man wird doch einen electrischen Funken oder Schlag nicht so erwärmend annehmen, als das Sonnenlicht; wenigstens sagt uns das Thermometer das Gegentheil.

Das Licht dieser natürlichen Phosphorn ist also, wenigstens gröſtentheils, fremdes, von der Sonne eingesogenes Licht.

c) Lichtmagnete durch Calcination.

§. 175.

Viele Körper, welche anfangs keine, oder nur schlechte Lichtsauger waren, können es durch die Kunst in viel höherm Grade werden. Das gemeinste Verfahren ist das Behandeln durch Feuer, das Kalciniren. Ich will diese Klasse der Phosphorn Lichtmagnete nennen, weil sie die Eigenschaft zu leuchten viel länger als die vo-

Mehr gehören die längst bekannten künstlichen Phosphorn, als:
„der Bolognesersteín," kalcinirter Schwerspath, von 1630.
„Baldwins Phosphor," aus Kreide und Salpetersäure, 1675.

„Homberg's Phosphor," aus Kalkerde und Salzsäure, 1695.
„du Fay's Phosphor," kalcinirte kalkartige Körper, 1724.
„Marggrafs Leuchtsteine," Schwerspathe und absorbirende Erden mit Vitriolsäure im Feuer behandelt, 1749.
„Canton's Phosphor," Austernschalen mit Schwefel, 1764.

§. 176.

Bey allen diesen Lichtmagneten treten drey Umstände ein, welche wohl verdienen bemerkt zu werden.

Erstens werden alle diese Körper vorläufig mit einer starken Säure behandelt: der Bologneserstein zwar nicht; allein er enthält für sich schon $\frac{68}{100}$ schwefelsaure Schwer- und Kalkerde. Canton's Austernschalen erhalten gleichfalls Schwefel.

Zweytens werden alle einem hohen Grade der Hitze unterworfen und kalcinirt.

Drittens endlich müssen sie beym wirklichen Versuch neuerdings der Wärme, oder noch besser, dem Sonnenlicht auf einige Zeit ausgesetzt werden.

Woher rührt nun das Licht dieser Phosphore? Besaßen sie es schon zuvor, oder erhielten sie es erst von der Sonne?

Ich glaube der Wahrheit am nächsten zu seyn, wenn ich behaupte, daß sie ihr Licht vorzüglich dem Schwefel und der Behandlung in der Glühhitze zu verdanken haben, und daß das Ausstellen an die Sonne sie nur geschickt mache, einen Theil dieses Lichtes fahren zu lassen, obwohl sie, gleich den Lichtsaugern, (§. 170.) die ersten Zeitsecunden auch mit dem von der Sonne entlehnten Lichte leuchten können.

Auf diese Art lassen sich alle dabey bemerkten Erscheinungen genugthuend erklären.

§. 177.

Lemery und du Fay fanden (Mem. de l'Acad. Roy. de Paris 1730. p. 524.), daß der Bologneserstein erwärmt, wie auch durch

ich erstens: daß durch Erwärmen allerdings der Körper schicklicher gemacht werde, Licht aufzunehmen, wenn auch nichts anders dadurch sollte bewirkt werden, als daß sich seine Poren mehr öfnen. Es liegt aber vermuthlich noch etwas anderes zum Grund; daher weißes Papier an jenen Stellen ganz besonders phosphoreſcirt, die zuvor durch ein heisses Eisen sind erwärmt worden. Zweytens muß man bedenken,

Daß nicht bey allen Körpern dieses vorläufige Erwärmen nothwendig ist; denn beym Diamant des Beccari war schon das Mondenlicht hinreichend. Noch mehr beweisen dieses die schönen Versuche des Banquier Kortum zu Warschau, welcher zum Phosphoreſciren das electrische Licht gebrauchte. (Magazin für das Neueste aus der Physik ꝛc. von Voigt, Gotha, B. IX. St. 2. S. 1-44.) Man wird doch einen electrischen Funken oder Schlag nicht so erwärmend annehmen, als das Sonnenlicht; wenigstens sagt uns das Thermometer das Gegentheil.

Das Licht dieser natürlichen Phosphorn ist also, wenigstens größtentheils, fremdes, von der Sonne eingesogenes Licht.

c) Lichtmagnete durch Calcination.

§. 175.

Viele Körper, welche anfangs keine, oder nur schlechte Lichtsauger waren, können es durch die Kunst in viel höherm Grade werden. Das gemeinste Verfahren ist das Behandeln durch Feuer, das Kalciniren. Ich will diese Klasse der Phosphorn Lichtmagnete nennen, weil sie die Eigenschaft zu leuchten viel länger als die vo-

Hieher gehören die längst bekannten künstlichen Phosphorn, als:
„der Bolognesersteín," kalcinirter Schwerspath, von 1630.
„Baldwins Phosphor," aus Kreide und Salpetersäure, 1675.

„Homberg's Phosphor," aus Kalkerde und Salzsäure, 1695.
„du Fay's Phosphor," kalcinirte kalkartige Körper, 1724.
„Marggrafs Leuchtsteine," Schwerspathe und absorbirende Erden mit Vitriolsäure im Feuer behandelt, 1749.
„Canton's Phosphor," Austernschalen mit Schwefel, 1764.

§. 176.

Bey allen diesen Lichtmagneten treten drey Umstände ein, welche wohl verdienen bemerkt zu werden.

Erstens werden alle diese Körper vorläufig mit einer starken Säure behandelt: der Bologneserstein zwar nicht; allein er enthält für sich schon $\frac{68}{100}$ schwefelsaure Schwer- und Kalkerde. Canton's Austernschalen erhalten gleichfalls Schwefel.

Zweytens werden alle einem hohen Grade der Hitze unterworfen und kalcinirt.

Drittens endlich müssen sie beym wirklichen Versuch neuerdings der Wärme, oder noch besser, dem Sonnenlicht auf einige Zeit ausgesetzt werden.

Woher rührt nun das Licht dieser Phosphore? Besaßen sie es schon zuvor, oder erhielten sie es erst von der Sonne?

Ich glaube der Wahrheit am nächsten zu seyn, wenn ich behaupte, daß sie ihr Licht vorzüglich dem Schwefel und der Behandlung in der Glühhitze zu verdanken haben, und daß das Ausstellen an die Sonne sie nur geschickt mache, einen Theil dieses Lichtes fahren zu lassen, obwohl sie, gleich den Lichtsaugern, (§. 170.) die ersten Zeitsecunden auch mit dem von der Sonne entlehnten Lichte leuchten können.

Auf diese Art lassen sich alle dabey bemerkten Erscheinungen genugthuend erklären.

§. 177.

Lemery und du Fay fanden (Mem. de l'Acad. Roy. de Paris 1730. p. 524.), daß der Bologneserstein erwärmt, wie auch durch

§. 179.

In des P. Beccaria Versuchen hätten wir denn doch ein rein dargestelltes Sonnenlicht, welches nicht vom Körper, nicht von der Luft, sondern eigenthümlich von der Sonne herrührt, gerade so, wie bey den Lichtsaugern (§. 171-173).

Wilson's Aufsatz ist übrigens in vieler Rücksicht, vorzüglich aber in Betreff der prismatischen Farben, von großer Wichtigkeit. Er konnte seine Phosphore nicht nur durch Sonnenlicht, sondern auch durch electrische Explosionen, durch Abbrennen von Pulver, Bernstein u. dergl. zum Leuchten bringen. Nie wird man von seinen Versuchen nur eine leidentlich erträgliche Erklärung geben können, wenn man die Quelle des Lichtes ausschließlich in der umgebenden Luft oder im Sauerstoffgas sucht, und den leuchtenden Körper als unthätig und bloß leidend betrachtet.

d) Phosphore durch Erhitzen und Reiben.

§. 180.

Wedgwood's Versuche bestimmen mich, denjenigen Körpern, welche durch eine dunkle Ofenhitze oder durch Friction leuchtend gemacht werden, eine Rubrik unter den Phosphorn anzuweisen.

Dieser geschickte Künstler untersuchte eine große Menge von Körpern der drey Naturreiche, um dieses Leuchten näher zu bestimmen. Er giebt von seinen Arbeiten und Resultaten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu London Rechenschaft in zwey lehrreichen Abhandlungen (Philos. Transact. Vol. LXXXIII. P. I. p. 28-48. P. II. p. 270-282. Beyde übersetzt in Gren's Journal der Physik B. 7. u. 8.)

Um Licht durch Hitze hervorzubringen, sagt Wedgwood, wird man am schicklichsten so verfahren:

Leuchtsteine (offas ex phosphoro calcareo-sulphureo nennt er sie), welche an Wirkung den Bologneserstein weit übertrafen. Diese setzte er in cylindrische, inwendig schwarze, oben mit gefärbten Gläsern bedeckte Büchsen von Eisenblech, und so ließ er das Sonnenlicht durch die gefärbten Gläser auf die Phosphore fallen. Nach einiger Zeit in das verfinsterte Zimmer gebracht, und nach abgehobenem Glasdeckel betrachtet, leuchtete jeder Phosphor nur mit dem Farbenlichte, welches durch das Glas auf ihn fiel; grün vom grünen Glas, roth vom rothen, gelb vom gelben. Hierüber giebt er Herrn Canton in einem Briefe Nachricht, dat. April 1771, welchen man in den Phil. transact. Vol. LXI. p. 212. lesen kann.

Dieser Versuch machte Aufsehen. Wilson und Magellan in London, Burriot in Paris, wollten ihn nachmachen, allein er gelang nicht. Als endlich Magellan 1776 auf einer gelehrten Reise den Professor Allemand in Leyden darüber besprach, betheuerte ihm dieser, daß er den bewußten Versuch allemal mit glücklichem Erfolge nachmache, wie er es auch sogleich durch die That selbst erwies. Auch von Italien her schrieb man Herrn Magellan dasselbe (Experim. and Observat. on diff. Kinds of Air, b. Priestley Vol. III. p. 376.), woraus er schloß: der gute Erfolg möge vielleicht von der Güte des Glases und von der Intensität des Sonnenlichtes abhangen. Allein ich halte dafür, daß bey gleicher Güte des Glases und Stärke der Sonne der Versuch bald so, bald anders ausfallen könne. Läßt man den Phosphor nur kurze Zeit in der Sonne stehen, so wird er das gefärbte Licht des Glases zurück geben; bleibt er aber dem Sonnenlichte lange Zeit ausgesetzt, so wird er dadurch so erwärmt, und sein eigen Licht so rege gemacht werden, daß nun in den ersten Secunden ein gemischtes, und dann nur das weiße Licht des Phosphors sichtbar wird.

So wenigstens erkläre ich mir es, warum Wilson nie das Resultat des Beccaria erhielt.

§. 179.

In des P. Beccaria Versuchen hätten wir denn doch ein rein dargestelltes Sonnenlicht, welches nicht vom Körper, nicht von der Luft, sondern eigenthümlich von der Sonne herrührt, gerade so, wie bey den Lichtsaugern (§. 171-173).

Wilson's Aufsatz ist übrigens in vieler Rücksicht, vorzüglich aber in Betreff der prismatischen Farben, von großer Wichtigkeit. Er konnte seine Phosphore nicht nur durch Sonnenlicht, sondern auch durch electrische Explosionen, durch Abbrennen von Pulver, Bernstein u. dergl. zum Leuchten bringen. Nie wird man von seinen Versuchen nur eine leidentlich erträgliche Erklärung geben können, wenn man die Quelle des Lichtes ausschließlich in der umgebenden Luft oder im Sauerstoffgas sucht, und den leuchtenden Körper als unthätig und bloß leidend betrachtet.

d) Phosphore durch Erhitzen und Reiben.

§. 180.

Wedgwood's Versuche bestimmen mich, denjenigen Körpern, welche durch eine dunkle Ofenhitze oder durch Friction leuchtend gemacht werden, eine Rubrik unter den Phosphorn anzuweisen.

Dieser geschickte Künstler untersuchte eine große Menge von Körpern der drey Naturreiche, um dieses Leuchten näher zu bestimmen. Er giebt von seinen Arbeiten und Resultaten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu London Rechenschaft in zwey lehrreichen Abhandlungen (Philos. Transact. Vol. LXXXIII. P. I. p. 28-48. P. II. p. 270-282. Beyde übersetzt in Gren's Journal der Physik B. 7. u. 8.)

Um Licht durch Hitze hervorzubringen, sagt Wedgwood, würde man am schicklichsten so verfahren:

Man zerstoße den zu untersuchenden Körper zu einem mäßig feinen Pulver, und streue das Pulver auf eine dicke Eisenplatte, oder auf eine gebrannte Masse aus Sand und Thon, in kleinen Portionen, nachdem die Platte zuvor so weit ist erhitzt worden, daß sie gerade unter der leuchtenden Rothglühhitze steht, und so heiß in eine völlige Dunkle ist gebracht worden.

§. 181.

Auf diese Art brachte Wedgwood mehr als siebenzig Substanzen zum Leuchten. Ich hebe nur weniges davon aus:

a) Die Dauer des aus verschiedenen Körpern erzeugten Lichtes ist sehr ungleich; bey einigen ist es nur augenblicklich, bey andern dauert es einige Minuten fort und wird verlängert, wenn das Pulver auf der heißen Unterlage umgerührt wird. Es erlangt bald den höchsten Grad, und verlöscht allmälig, ohne in einen hellen Strahl aufzulodern, wie das Licht an einander geriebener Quarzstücke.

b) Kreide, Flußspath und Feldspath leuchten schwach auf der erhitzten Platte, wenn sie zuvor in einem offenen Schmelztiegel einer starken Glühhitze ausgesetzt gewesen sind.

Hingegen Quarz von einem und demselben Stücke leuchtete gleich gut, man mochte das Pulver davon unmittelbar auf die Platte gestreut, oder zuvor rothglühend gemacht und wieder abgekühlt haben.

Auch öfter erhitzt und den Versuchen unterworfen verlieren sie die Eigenschaft zu leuchten nie; doch ist beym ersten Versuch das Licht am lebhaftesten.

c) Die Körper scheinen in irrespirablen Luftarten so gut als in atmosphärischer Luft zu leuchten.

d) Das Licht ist zwar meistentheils farbenlos; doch mit vielen Ausnahmen, indem manche Körper grünes, blaues, rothes Licht zeigen.

e) Wenn das Pulver von Marmor (vermuthlich auch von andern Körpern) unter dem Recipienten der Luftpumpe auf die erhitzte Platte gestreut wird, so bleibt es während dem Auspumpen und wieder Zulassen der Luft gleich leuchtend.

f) Gewöhnlich erfordern die weichsten Körper die geringste Erhitzung, um leuchtend zu werden.

g) Die Körper werden nicht stärker leuchtend, wenn man sie zuvor selbst ein Monatlang dem Sonnenschein aussetzt, und dann erhitzt.

Durch Reiben erzeugtes Licht.

§. 182.

Immer wurden gleichnamige Körper an einander gerieben; denn die Methode, Körper von verschiedener Art mit einander zu reiben, ist trüglich.

h) Alle Körper auf diese Art behandelt (es werden ihrer ohngefähr vierzig angeführt) gaben Lichterscheinung: einige weißes, andere röthliches, feuerrothes, dunkelrothes, bläuliches u. s. f.

i) Das Licht erscheint und verschwindet augenblicklich, wie man mit dem Reiben aufhört.

k) Es entsteht kein Anziehen leichter Körper, also kein electrisches Phänomen, oder vielleicht wird die Electricität sogleich wieder abgeleitet.

l) Körper, welche in Wasser unauflöslich sind, leuchten unter Wasser so gut als in der Luft. Hier liegt also Electricität nicht mit im Spiel.

m) Das Leuchten geht auch in irrespirablen Luftarten gleich gut vor sich.

n) Durch bloßen Druck leuchten die Körper nicht, außer es entsteht dadurch ein Bruch, mithin ein Reiben.

o) Bey harten, erdigten Körpern entsteht zugleich ein besonderer Geruch, welchen man zuweilen sogar unter Wasser bemerkt.

Hornstein, Quarz, Feldspath, Bergkrystall ꝛc. zeichnen sich am meisten aus.'

§. 183.

Wedgwood zieht aus seinen zahlreichen Versuchen den Schluß, daß beyde Methoden den Körper leuchtend zu machen (Erhitzen und Reiben) auf demselben Grunde beruhen, und daß wahrscheinlich die entstandene Hitze die Ursache des Leuchtens sey. Freylich bleibe es noch immer ein Problem, auf welche Art die Hitze wirkt, um Licht zu erzeugen. Die Luft scheint nichts dazu beyzutragen, indem die Körper in allen Gasarten, so wie auch unter Wasser und andern Flüssigkeiten, leuchten.

Die Phosphorescenz des Zuckers scheint ihm von eigener Art zu seyn, indem er bey sehr sanftem Reiben doch so häufig Licht giebt. Allein ich glaube nicht, daß dieser Grund hinreichend ist, mit dem Zucker eine Ausnahme von der allgemeinen Regel zu machen. Doch bleibt hier noch zu bedenken, daß Zucker, gerieben, Zeichen der Electricität giebt.

§. 184.

Humphry Davy machte 1799 ähnliche Versuche über die Lichtentwicklung durch Reiben unter Wasser und in irrespirablen Gasarten. (Giberts Annalen der Physik, B. 6. S. 109 u. f.)

Er erhielt sowohl im kohlensauren Gas als unter Wasser ein schwachrothes Licht, wenn er mit gehöriger Vorsicht einen sehr scharfen, dünnen Flintenstein an Stahl schlug.

Flußspath, phosphorsaurer Kalk, Zucker, eben so behandelt, gaben im kohlenstoffsaurem Gas so gut Licht, als in atmosphärischer Luft.

Scheele bemerkte, daß Flußspath durch Calciniren die Eigenschaft zu phosphoresciren verliere. Davy fand dieses bestätiget; als er aber zwey Stücke von solchem Flußspath gegen einander rieb,

so leuchteten sie jezt wie zuvor. Die schwefelsaure Strontionerde, die Schwererde, das Glas und der Kiesel verhielten sich eben so.

Quarzstücke an einander gerieben leuchten mir, selbst bey einer Temperatur von 3° Reaum. unter Wasser so gut als in freyer Luft.

Wenn ich zwey Stücke Flußspath, anstatt sie zu reiben, so gegen einander schlage, wie man mit Feuerstein und Stahl zu thun pflegt, so fährt allemal ein-zwey Zoll langer Lichtstral vertical abwärts, gerade als wenn die abgeriebenen und loßgerissenen Stückchen des Spathes noch eine zeitlang phosphorisch leuchteten. Das Leuchten durch Friction scheint mir daher von ganz anderer Art zu seyn, als jenes durch Erwärmen.

§. 185.

Was nun das Leychten durch eine dunkle Wärme erhizter Körper betrifft, so scheint mir dabey ein schwaches Glühen vorzugehen, und das Licht mit Wärme auszutreten. Freylich ist dann schwer zu erklären, wie dieses Glühen nicht nur im verdünnten Raum der Luftpumpe, sondern auch in kohlenstoffsaurem Gas und dergl. statt finden konnte? Man wird läugnen, daß hier reines kohlensaures Gas sey angewandt worden. Diese Schwürigkeit wird weiter unten §. 215 gehoben werden.

Allein wie erklären sich denn die Lichterscheinungen unter Wasser bey geriebenen Körpern? Ist auch hier die den Körpern schwach adhärerirende oder im Wasser versteckte Luft Ursache des Leuchtens? oder will man gar zur Wasserzersetzung seine Zuflucht nehmen? denn keine Ausflucht ist so unbedeutend, welche man nicht sucht, um das nach meinen Einsichten unläugbare Factum zu läugnen, daß Lichtentwickelung ohne Sauerstoffgas möglich ist.

Ein Stück Eisendrath, unter geschmolzenes Glas getaucht, wird sichtbar rothglühend. Ist auch hier der glühende Drath mit Luft in Berührung?

Eine Masse glühendes Glas in Wasser geworfen bleibt lange Zeit glühend. Man kann es da ohne Gefahr angreifen, und es fühlt sich blos warm an; denn die am Wasser zunächst anliegende Rinde ist blos warm, inwendig aber glüht es. Sobald man es daher aus dem Wasser zieht, wird es wieder unerträglich heiß, weil nun die Glut wieder vordringt. (Lichtenberg bey Gren, Journal der Phys. B. 8. S. 282) Hier ist doch der inwendig glühende und leuchtende Theil des Glases weder mit Wasser, noch mit Luft in Berührung.

Also ist Luft zum Leuchten nicht ausschließend nothwendig. —

Also entwickelt sich das Licht aus dem Körper selbst, wenn er bis auf einen gewissen Grad erhitzt wird. — Also gilt dieses auch bey der Friction.

e) Kunkel's Phosphor, Harnphosphor.

§. 186.

Es giebt keinen einzelnen Gegenstand der Chemie, über welchen seit Göttlings bekanntem Versuche, so viel experimentirt und so viel ist geschrieben worden, als über diesen Phosphor, vorzüglich von deutschen Chemikern.

Demohngeachtet scheint die Frage über das Leuchten des Phosphors im reinen Stickgase bis auf den heutigen Tag noch nicht entschieden zu seyn, indem auf beyden Parteyen Männer von Einsicht und Kenntniß mit zahlreichen Versuchen von der größten Genauigkeit auftreten, so daß man dadurch von allem fernern Experimentiren abgeschreckt, oder wenn man auch eigene Versuche anstellt, zulezt immer ungewiß bleibt, seinen Resultaten Glauben beyzumessen, weil man dabey nothwendig der einen oder der andern Partey widersprechen muß.

Ungeachtet es mein Beruf erfodert, diese Versuche, so wie andere, bey jedem Lehrkurse öffentlich vorzutragen und zu veranstal-

ten, ungeachtet ich mich längst überzeugte, daß das Leuchten des Phosphors, so wie noch anderer Körper auch ohne Sauerstoffgas, vor sich gehen kann, so will ich doch über diesen Punct lieber fremde als meine eigenen Versuche anführen, um das, was zu unserer Frage gehört, zu erläutern.

§. 187.

Man kann hier eigentlich zwey Fragen aufwerfen, wovon die eine vom größten Umfange ist und sich auf alle brennbare Körper ausdehnt, die andere aber sich auf den Phosphor allein beschränkt; beyde stehen mit einander in engster Verbindung, und aus der Bejahung der erstern fließt die Bestätigung der zweiten als eine nothwendige Folge vom allgemeinen auf das Sonderheitliche; aber nicht umgekehrt.

Befindet sich der Lichtstoff in allen Substanzen, die eines Brennens und Leuchtens fähig sind, oder ist er in dem Sauerstoffgas allein enthalten? Dieß ist die große Frage, um die sich alles dreht, sagt Herr v. Humbold sehr richtig. Ich werde diese Frage beantworten, sobald ich alle Phänomene verbrennlicher und leuchtender Körper einzeln werde durchgegangen, das heißt, Materialien genug gesammelt haben, um eine für unbefangene Leser entscheidende Antwort geben zu können.

Leuchtet der Phosphor wirklich im reinen Stickgas, und wie ist dieß möglich? dieß ist die zweyte Frage.

§. 188.

So zahlreich auch die Schriften sind, welche seit 1794 hierüber erschienen, so sehr die Versuche von den berühmtesten Chemikern aller Nationen von Europa vervielfältigt worden, so scheint doch die Frage selbst noch nicht ganz entschieden, der Streit nicht vollkommen geendiget zu seyn; nicht als hätte man es an Bearbeitung des Gegenstandes, und an gründlicher Untersuchung ermangeln

lassen, nein! auf dieser Seite ist alles geschehen. Die Ursache des Mißlingens liegt nicht im Objecte, sondern im Subjecte; die Antiphlogistiker haben nun einmal ihr System: alles, was in der Zukunft Neues erfunden wird, muß sich diesem anpassen, muß so lange nach allen Seiten gedreht werden, bis es sich an die Reihe der bereits aufgestellten Grundsätze anschließt; geht dieß aber auf keine Weise an, so kann das Neue nicht wahr seyn. So verhält sich die Sache bey Göttlings Entdeckung, daß Phosphor im Stickstoffgas leuchte.

Göttling mochte noch so gründlich untersuchen und schreiben (Beytrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie, Weimar 1794) Er mochte seinen Gegnern noch so gründlich antworten (Beytrag ꝛc. 2tes Stück, Weimar 1798). —

Böckmann mochte in einem klassischen Werke (Versuche über das Verhalten des Phosphors in verschiedenen Gasarten, Erlangen 1800) alles erschöpfen, und mehr Versuche allein machen, als alle französische Chemiker zusammen über diesen Gegenstand gemacht haben, so war alles unnütz.

§. 189.

Uebrigens glaubt sich Böckmann berechtiget, aus 224 Versuchen folgende Sätze über das Leuchten des Phosphors aufstellen zu können:

a) Daß auch im möglichst reinen Stickstoffgas frischer oder wohlgereinigter Phosphor selbst bey niedern Temperaturen bis 10 Grad Reaum. leuchte und dampfe, wobey Phosphorsäure entsteht.

b) Daß das Gas während dieses Leuchtens und Dampfens allmälig abnehme und endlich ganz zersetzt werden könne.

c) Daß bey diesen Umständen keine Temperaturerhöhung mit Zuversicht bemerkbar ist, selbst wenn die Versuche über Quecksilber gemacht werden, und ein äußerst-empfindliches Luftthermometer gebraucht wird.

d) Daß der Phosphor in sehr reinem Sauerstoffgas unter einer Temperatur von etwa 14 bis 15 Reaumur nicht leuchtet; bey höhern aber mit Lichtbegleitung oxydirt wird.

e) In kohlenstoffsaurem Gas, in Wasserstoffgas, in salzigtsaurem Gas u. dgl. leuchtet und dampft der Phosphor im Dunkeln nicht, wenn die Gase möglichst rein sind bereitet worden.

§. 190.

Der seiner musterhaften Versuche wegen allen andern vorzuziehende Böckmann stellt auch noch diesen Satz auf:

Der Lichtstoff und Sauerstoff sind unleugbar Bestandtheile des Stickstoffgases, wenn sie nicht gar die einzigen sind. Denn bey Verbindungen des reinen Phosphors mit möglichst reinem Stickstoffgas ist die erste gewisse Erscheinung Licht, und zwar so weit die gegenwärtigen feinern Beobachtungen reichen, ohne einige wahrzunehmende Wärme.

Eben so unleugbar ist die wirklich entstehende Phosphorsäure, oder die Oxydirung des Phosphors, welche den Sauerstoff voraussetzt, und der sich in obigen Versuchen unmöglich in dem etwa noch beygemischten unendlich kleinen Antheil von Sauerstoffgas finden läßt. —

Wir sehen also bey Zersetzung des Stickstoffgases durch den Phosphor Licht, und schließen aus der Entstehung der Phosphorsäure auf die Gegenwart des Sauerstoffes, so daß man also den Lichtstoff und Sauerstoff als Bestandtheile des Stickstoffgases annehmen muß.

Wer diesen Satz behauptet, stützt sich auf Erfahrungen, welche wenigstens eben so gegründet sind als jene, nach welchen man in der neuen Chemie annimmt, daß der Sauerstoff nicht nur einen Bestandtheil der Atmosphäre, sondern auch des nitrösen Gases, des oxydirten Stickstoffgases und noch vieler andern Gasarten ausmacht; ungeachtet das Verbrennen im Salpetergas nicht im mindesten vor

ſich geht, obgleich dieſes Gas noch einmal ſo viel Sauerſtoff als das atmoſphäriſche beſitzen ſoll.

§. 191.

Alle Einwürfe, welche Scherer in ſeinen Nachträgen zu den Grundzügen der neuen chem. Theorie S. 326-355 mit einem Aufwande von Beleſenheit zuſammengeſtellt hat, können beantwortet, berichtiget und widerlegt werden aus Böckmanns oftgenanntem Werke. Doch dieß gehört nicht hieher. Nur nehme ich mir die Freyheit, über die Beſtandtheile des Stickſtoffgaſes (Licht und Sauerſtoff) das Bedenken zu äußern, daß das beym Leuchten des Phosphors entſtehende Licht beſſer aus dem Phosphor ſelbſt als aus dem Gaſe kann hergeleitet werden; das Stickſtoffgas mag übrigens Licht als Beſtandtheil enthalten oder nicht.

Phosphor, ein verbrennlicher, äußerſt leicht oxydirbarer und zerſetzbarer Körper; Licht, ein Beſtandtheil des Phosphors, ſo wie aller übrigen verbrennlichen Körper, das beym Zerſetzen leicht frey wird und dem Auge erſcheint.

Stickſtoff, ein Gas, wie alle übrige aus einer eignen wägbaren Baſis und aus Wärmeſtoff beſtehend, fähig den Phosphor auch bey ſehr niedriger Temperatur zu zerſetzen, was reines Sauerſtoffgas erſt bey einer beträchtlich höhern Temperatur vermag; fähig mit dem Phosphor in Verbindung zu treten, ohne ſeinen Wärmeſtoff abzugeben, das heißt, ohne ſelbſt zerſetzt zu werden, daher keine Temperaturerhöhung: daher Umwandlung des feſten Phosphors in Dampfform, in Phosphorſäure: daher nur Lichterſcheinung und keine Flamme.

§. 193.

Ueber die Zerſetzung des Phosphors im Sonnenlichte, in reines Waſſerſtoffgas geſperrt, hat Böckmann eine eigene Reihe von Verſuchen gemacht, wovon ich ſogleich reden werde. Hier will ich nur an

das zurück erinnern, was ich oben (§. 54-59) über die grüne Farbe unterirdischer Gewächse beygebracht habe.

Da die Pflanzen in der Finsterniß nur unter der Bedingniß grün wachsen, wenn sie sich in einer Atmosphäre von brennbarem Gas oder Stickgas befinden, so habe ich mit Herrn v. Humboldt daraus den Schluß gezogen, daß hier diese zwey irrespirable Gasarten im Dunkeln auf die Pflanzen so wirken, wie das Licht im Freyen, vermuthlich also Ursache sind, daß sich der Sauerstoff aus den Blättern der Pflanzen entwickele, weil doch die Pflanzen nur unter dieser Bedingniß grünen.

Da wir nun hier sehen, daß der Phosphor im Stickstoffgas leuchte, und im Wasserstoffgas durch Wärme unterstützt sich zersetze: so scheint auch die Meynung um einen Grad wahrscheinlicher, daß Stickstoff- und Wasserstoffgas den Lichtstoff selbst in ihrer Mischung enthalten, und daß er also aus ihnen in die grünende Pflanze übergeht, um die Ausscheidung des Sauerstoffgases auch in der Finsterniß zu vermitteln; wenigstens scheint mir dieß die einfachste Erklärung der (§. 54-57) angeführten Thatsachen zu seyn.

§. 194.

Uebrigens liefert uns der Phosphor noch ein anderes sehr merkwürdiges Phänomen, welches ganz hierher gehört und den mächtigen Einfluß des Lichtes auf Oxydations- und Desoxydationsproceſſe neuerdings bestätiget; so wie es einen neuen Beweis liefert, daß dunkle Wärme und mit Licht verbundene Wärme, unter übrigens gleichen Umständen, sehr verschiedene Erscheinungen hervorzubringen im Stande sind, und daß also Licht und Wärme als zwey verschiedene Substanzen sollen betrachtet werden.

Ich habe schon oben erinnert, daß Phosphor, in Glas unter Wasser aufbehalten, sich nach und nach oxydirt, wenn er nicht an einem dunklen Ort steht. Im Sonnenschein geschieht dieses viel auffallender.

Bey öfterm Gebrauche von Gren's Eudiometer (Grundriß der Naturlehre, 3te Aufl. 1797. §. 851) wird man bemerken, daß sich an den innern Wänden der Glasröhre oft etwas ansetzt, besonders wenn der Versuch wie es seyn soll, viele Tage anhält, und das Werkzeug an Sommertagen im hellen Lichte steht.

Göttling, und nach ihm Scherer, Jäger, v. Humboldt, und Böckmann *) machten öfters die Beobachtung, daß sich bey Behandlung des Phosphors in verschiedenen Gasarten, in den Glasgefäßen ein gelbes Pulver absetzte, welches man als einen Phosphorniederschlag ansah, bis endlich Böckmann auf den Gedanken verfiel, daß auch Licht hier mit im Spiele liege, und das Ganze umständlich untersuchte. Der Hauptversuch, so wie das Hauptresultat ist folgendes:

§. 195.

Wenn man in mehrern Glascylindern, welche mit Stickstoffgas oder auch mit Wasserstoffgas gefüllt und dann wohl verstopft sind, Phosphor bringt, und eines von diesen Gläsern dem Sonnenlicht, ein anderes nur dem Tageslicht aussetzt, ein drittes ins Dunkle stellt, so wird man an dem erstern bald bemerken, daß sich an den Wänden des Cylinders gelbes Pulver ansetzt, welches sich täglich vermehrt, nach und nach orangegelb und endlich zinnoberroth wird, und zwar allemal auf der dem Sonnenlicht zugewandten Seite. Im zweyten Glascylinder werden sich nur einige Spuren dieses Effectes zeigen, im dritten gar keine.

§. 196.

Böckmann veränderte nun den Apparat auf mancherley Art, machte den Versuch in allen athmenbaren und nicht athmenbaren Gasarten; bey niedriger und höherer Temperatur; über Wasser und

*) Schon Scheele machte hievon Meldung (von Feuer und Luft, S. 89. §. 73).

Queckſilber; im Sonnenlichte, welches frey oder durch gefärbte Gläſer und Flüſſigkeiten auf den Phosphor fiel; in dunkler Wärme, u. dergl. und findet ſich berechtiget, daraus zu ſchlieſſen:

a) Daß, ſobald directes oder reflectirtes Sonnenlicht auf Phosphor in Glasröhren fällt, auch Phosphorpulver an den Glaswänden zum Vorſchein komme.

b) Daß ſich dieſe Phosphortheile bey hinlänglicher Wärme mehr oder weniger ſchnell und dicht anlegen, je nachdem das Licht ſtärker oder ſchwächer iſt, wobey zugleich Phosphorkryſtalle und Vegetationen entſtehen.

c) Daß unter gleichen Umſtänden, im Dunkeln, keine Spuren dieſer Erſcheinungen ſich ergeben, und ſelbſt im Sonnenlichte nur an den unbedeckten Theilen der Glasröhre Phosphor anfliegt.

d) Daß die verſchiedene Temperatur der Wände der Glasröhre nicht daran Urſache iſt.

e) Daß die Phosphoranſätze in wohl verſchloſſenen Gefäßen, und alſo auch ohne Mitwirkung der äußern Luft entſtehen.

f) Daß bey dieſen Verſuchen allemal eine Auflöſung des Phosphors erfolge, und dieſes nicht nur im Sauerſtoff- und Stickſtoffgas, ſondern auch im Waſſerſtoffgas, welche Auflöſung durch die Wärme befördert wird.

g) Daß endlich, wenn das Sonnenlicht durch was immer für Körper von den Glasröhren gänzlich abgehalten wird, ſich durchaus kein Phosphorpulver an den Wänden anſetze, ſelbſt dann nicht, wenn man die Temperatur ſo weit erhöht, daß der Phosphor ſchmilzt.

Und ſo haben wir wieder einen Effect, welcher rein dem Lichte, und nicht der Wärme, zuzuſchreiben iſt. (Böckmann, über das Verhalten der Phosphore ꝛc. a. a. O. und im allgem. Journal d. Chemie, von Scherer, B. 5. S. 243-268).

§. 197.

Dieser schöne Versuch *) ist mit zwey Umständen begleitet, welche mich auf zwey neue Wirkungen des Lichtes führen und zugleich zur ächten Erklärung der obigen Erscheinung den Weg bahnen. Man bemerkt nämlich:

1) Daß der Ansatz des Phosphorpulvers sich allemal auf derjenigen Seite der Glasröhre zeigt, welche der Sonne zugewandt ist, gerade als wenn die ausströmenden Phosphordünste vom Licht angezogen würden.

2) Zugleich setzen sich an der Glasröhre schöne Phosphorkrystallen und Vegetationen an, wovon Böckmann in seinem Werke Abbildungen geliefert hat.

Diese doppelte Wirkung des Lichtes bemerkt man bey vielen andern Naturerscheinungen, und ich halte mich daraus berechtiget zu schliessen, daß

1) das Licht die Ausdünstung vieler Flüssigkeiten, mittelbar oder unmittelbar befördert; und daß es eben dadurch

2) zur Bildung der Krystalle mitwirkt.

§. 198.

Schon Petit bemerkte (Mem. de l'Acad. Roy. d. sc. 1722. p. 95. sur la Vegetation des sels.), daß Auflösungen von Salpeter und Salmiak, dem Sonnenlicht ausgesetzt, geschwinder verdampfen und dabey schönere Krystallen liefern, als wenn sie im Schatten stehen. Sein Memoire ist sehr lehrreich.

Chaptal gieng um einen Schritt weiter, und fand, daß, wenn man das Sonnenlicht nur auf einzelne Stellen der gläsernen Be-

*) Um den Effect, in öffentlichen Experimentalkollegien, schnell hervorzubringen, bewirke ich durch ein Brennglas das Zersetzen und Verbrennen des Phosphors am Sonnenschein. Allemal wird die der Sonne zugekehrte Seite der Glasröhr mit Phosphor belegt.

hälter fallen lasse, auch nur an diesen Stellen Krystalle sich bildeten, an den beschatteten hingegen keine. Er überzeugte sich durch mehr als 200 Versuche, daß bey den gewöhnlichen Krystallisationen Licht mitwirke (Journ. d. Phys. Tom. XXXIII. p. 297 etc.)

Dorthes machte hierüber gleichfalls Versuche (Annal. d. Chym. 1789. T. II. p. 92 sqq.), und fand, daß, wenn Kampfer in einem verstopften Glasfläschchen der Sonne bloßgestellt wurde, sich allmälig an der dem Lichte zugekehrten Seite eine Menge von Sternchen bildeten, an der gegenüber stehenden aber nur wenige und kleine. Wurde das Gefäß umgewandt, so war auch der Erfolg verkehrt.

Dieser Prozeß gieng sehr langsam vor sich und dauerte einige Monate; durch künstliche Wärme von 40° Reaum. konnte er so befördert werden, daß sich der Dampf des Kampfers sogleich an der beleuchteten Seite des Glases ansetzte und Krystallen bildete, welche aber nun nicht mehr so regelmäßig anschossen.

Auffallender ist der Versuch, wenn man das Glas mit schwarzen Streiffen von Papier zum Theil belegt; denn man wird sehen, daß sich die Dünste und Krystalle der Auflösungen nur allein an den unbedeckten Stellen anlegen, gerade als wenn sie von den Sonnenstrahlen an sich gezogen würden. Durch dunkle Wärme erhält man nichts solches, gerade wie oben bey den Phosphoranschüssen und Vegetationen.

§. 199.

Es läßt sich übrigens nicht läugnen, daß das Licht hier nur mitwirkende, aber nicht vorzügliche Ursache sey; die Entstehung der Krystalle hängt von andern Ursachen ab, aber das Ansetzen an der unbedeckten Wand im Sonnenlicht gehört dem Lichte zu.

Es können Salzauflösungen auch im Dunkeln in Krystalle anschiessen, wenn nur Wärme, Luftzug und andere nothwendige Bedingnisse da sind. Ja einige Vegetationen, z. B. von Zinkvi-

triol, gehen sogar im Dunkeln besser vor sich, weil mehrere Salze in trockner und warmer Luft nach ihrem Anschießen sogleich wieder zerfallen, hingegen in kühler und feuchter Luft (also am besten im Dunkeln) schöner aufblühen. Auch hat man längst bemerkt, daß die Vegetationen im Guericke'schen Vacuum nicht vor sich gehen; selbst die Beschaffenheit der Gefäße modificirt oder stört den Erfolg. Petit hat alle diese Umstände berührt (a. a. O.).

Daseyn der Luft, Luftwechsel, und die durch einen gehörigen Grad der Temperatur (bey manchen Säuren wirkt entgegen die Kälte durch Concentration) beförderte Ausdünstung sind die wesentlichsten Bedingnisse, um Salzkrystalle zu erhalten. Hievon ist die Frage nicht, sondern, warum bey den sich im Sonnenschein ergebenden Krystallisationen gerade die Wände und nur jene Stellen beschlagen werden, welche das Licht trifft, da hingegen im Dunkeln dieser Unterschied nicht Statt findet, sondern die Ansätze sich auf allen Seiten bilden?

Dize hat also den ganzen Zweck verfehlt, wenn er (Journal de Physique Tom. XXXIV. p. 105 sqq.) gegen Chaptal auftritt, und beweiset, daß sich auch ohne Licht Krystallisationen und Vegetationen ergeben. Dieß hat weder Chaptal noch ein anderer Physiker je geläugnet.

§. 200.

Folgendes ist also das reine Factum:

Wenn Auflösungen von Körpern, z. B. der Salze durch Wasser, des Phosphors durch Stickstoffgas und andere Gase ꝛc. in Glasgefäßen dem Sonnenschein bloßgestellt werden, so bilden sich die Krystalle und Vegetationen nur an solchen Stellen des Glases, welche von den Sonnenstrahlen getroffen werden, wo hingegen, wenn die Krystallisation durch schickliche Mittel im Dunkeln bewirkt wird, die Anschüsse ohne Unterschied an allen Stellen des Glases sich zeigen.

In dieſem rein dargeſtellten und durch hundert Verſuche bewährten Factum zeigt ſich alſo eine unläugbare Wirkung des Lichtes, welche ganz von der Wirkung der dunkeln Wärme verſchieden iſt.

§. 201.

Die Erklärung ergiebt ſich aus einer andern Beobachtung, daß nämlich das Licht die von Flüſſigkeiten ſich entreiſſenden Dünſte an ſich zieht und ſo die Ausdünſtung befördert.

a) Wer in einem Naturalienkabinet anatomiſche Präparaten in gläſernen Flaſchen mit Weingeiſt aufbewahrt, dem wird die Bemerkung nicht entgehen, daß zur Sommerszeit in nicht ganz vollen Flaſchen die dem Fenſter zugewandten Seiten immer mit Weingeiſt beſchlagen ſind, die entgegengeſetzten aber entweder gar nicht, oder nur wenig.

b) Wer mittelſt der Luftpumpe den Verſuch macht, daß ſich im Guerikeſchen Vacuum Waſſer zum elaſtiſchen ganz durchſichtigen Dampfe bildet, welcher ſich bey Hinzulaſſung der atmoſphäriſchen Luft wiederum niederſchlägt und die Wände des Recipienten befeuchtet, der wird durch eine geringe Abänderung des Apparates deutlich bemerken, daß in dieſem Falle die beleuchtete Hälfte der Glocke viel ſtärker mit Dünſten beſchlagen iſt, als die unbeleuchtete.

c) Wer, nach Ingenhouß'es Methode, Pflanzenblätter der Sonne ausſetzt, der wird ſehen, daß, wenn ſich nach und nach eine merkliche Portion Luft aus den Blättern entwickelt hat, der gläſerne Recipient an der Südſeite immer ſtark mit Dünſten befeuchtet iſt; hingegen an der Nordſeite, wohin die Blätter den Schatten werfen, nicht.

Dieſe und viele ähnliche Bemerkungen hat ohne Zweifel jeder aufmerkſame Lehrer der Experimentalphyſik ſchon vor mir längſt gemacht.

Auffallend war mir anfangs die Sache allerdings, weil ich gerade an der entgegengeſetzten minder warmen Seite einen Dampf-

beschlag erwartet hätte; wie man sich überzeugen kann, wenn man mittelst der Ofenwärme ohne Licht den Versuch macht.

§. 202.

Vergleicht man nun diese Erfahrungen mit jenen des Phosphors, welche Böckmann so schön aus einander gesetzt hat, so wie mit den Vegetationen der Salzauflösungen, so ergiebt sich sehr deutlich, daß das Licht eine anziehende Kraft gegen die Ausdünstungen des Wassers, Weingeistes und anderer Flüssigkeiten, so wie gegen Salzauflösungen hat. Bey diesen ist immer das Auflösungsmittel, welches verdampfet, das Vehikel, Salztheilchen an die Wände des Glases zu führen und abzusetzen.

So muß auch der Phosphor erst aufgelößt werden, bevor er Vegetationen zeigt: nur in Dämpfe aufgelößt kann er vom Lichte gezogen werden, wobey vermuthlich auch die Feuchtigkeit einen Antheil hat.

§. 203.

Heller in Fulda hat diesen Satz neuerdings durch eine interessante Reihe von Versuchen außer Zweifel gesetzt (über den Einfluß des Sonnenlichts auf die Verdünstung des Wassers; Gilberts Annalen der Physik, B. 4. S. 210-221).

Es kömmt bey der Verdünstung des Wassers (alles übrige gleich gesetzt) nicht bloß auf die absolute Menge von Wärme an, welche man dem Wasser beybringt, sondern auch auf die Menge und Stärke des Lichtes, das dabey auf das Wasser fällt. Ist bey gleicher Menge von Wärme die Menge und Stärke des einfallenden Sonnenlichtes größer, so wird auch die Verdünstung größer, und umgekehrt.

§. 204.

Auf diese Art erhält auch die Angabe mehrerer Naturkundiger Glauben, daß das Mondlicht die Ausdünstung befördere. Tourtelle

erzählt (Elemens d'Hygiene T. I. p. 161), daß von zwey Waſſergefäßen, das dem Mondenlicht ausgeſetzte $1\frac{1}{8}$ Linie Waſſer mehr durch die Ausdünſtung verloren habe, als das andere durch einen Schirm bedeckte.

Berthollon de St. Lazare will gleichfalls durch wiederholte Verſuche gefunden haben, daß der Mondſchein die Abdünſtungen befördere Lichtenbergs Goth. Magazin, B. 1. St. 4. S. 217).

§. 205.

Wie übrigens das Licht hier wirke, woher es komme, daß Phosphortheilchen, Salzauflöſungen, Weingeiſt- und Waſſerdünſte vom Lichte angezogen werden, dieß getraue ich mir nicht zu beſtimmen. Seine Zuflucht zu Verwandtſaften zwiſchen Licht und den aufgelöſten Subſtanzen nehmen, heißt im Grunde nichts ſagen; denn Anziehung iſt Folge der Verwandtſchaft, eines für ſich ſehr dunklen und gar oft gemißbrauchten Ausdruckes.

Die Urſache der Anziehung in der durch Licht und Wärme bewirkten Electricität des Glaſes ſuchen, ſcheint mir ein vergebliches Unternehmen; denn erſtens zeigen ſich keine Spuren von Electricität am Glaſe, und dann bleibt die vermehrte Ausdünſtung doch unerklärt; auch geht die Sache ſelbſt in Glasröhren unter Waſſer vor, wo gewiß keine Anhäufung von Electricität Statt hat.

Entweicht vielleicht mit den Dünſten noch ein anderer Stoff, welcher vom Lichte im wahren Verſtand angezogen wird, die Ausdünſtungen mit ſich fortreißt und an dem Glaſe abſetzt, welches er durchdringt?

§. 206.

Nach dieſer kleinen Ausſchweifung kehre ich nun wieder zu den Phosphorn zurück.

Man hat über das Leuchten des Holzes in irrespirablen Gasarten nicht minder geſtritten, als über das Leuchten des Phosphors, weil es nun einmal nicht geſchehen darf, daß ſich

eine Lichterscheinung ohne Daseyn des Sauerstoffes ergebe. Ich kann nichts besseres thun, als eine Parallele ziehen zwischen den neuesten Resultaten eines Böckmanns und v. Humboldts. Man mache den Ausspruch selbst.

§. 207.

v. Humboldt.

(Versuche über die chemische Zerlegung des Luftkr. 1799. S. 199-220).

Das faule Holz war von pinus sylvestris, und leuchtete bis auf die kleinste Faser des Splintes mit einem weißen mondähnlichen Lichte.

1.

Im reinen, wohlgewaschenen Sauerstoffgas, aus Braunstein und Salpeter, leuchtete das Holz um nichts stärker, als in atmosphärischer Luft.

Holzstücke, welche zuvor durch andere Mittel verdunkelt waren, fingen nicht an zu leuchten.

Böckmann.

(Allgem. Journ. d. Chemie, B. V. S. 3-35.)

Das faule Holz war von einem alten Buchenstamm, leuchtete nicht durch und durch, sondern nur einige Linien tief hinein, dem Licht des künstlichen Phosphors in freyer Luft ähnlich.

1.

Alles gerade so.

Das Leuchten dauerte einmal 14 Tage, einigemal nur 7 Tage fort.

Der Mangel an Feuchtigkeit scheint nicht Ursache des Verlöschens gewesen zu seyn.

Bey der Prüfung mit dem Eudiometer erlitt das rückständige Gas eine Verminderung von 21 Grad; (hingegen vor dem Versuch 266 Verminderung). Ein Licht verlosch darin augenblicklich, trübte das Kalkwasser ohne beträchtliche Absorbtion, war nicht entzündbar; Kunkels Phosphor leuchtete und dampfte darin.

v. Humboldt.

2.

Stickstoffgas wurde durch Verbrennen trockener Schwefelleber bereitet, und durch Phosphor von allem Oxygen befreyet. Nun wurde ein Stückchen Holz durchs Wasser in das reine Stickgas geschoben. Es leuchtete unter dem phosphorsaurem Wasser, verlor aber in der Luft in wenig Secunden allen Schein.

Man ließ einige Blasen atmosphärische Luft in das Gefäß steigen, und in einem Augenblick hatten Phosphor und Holz ihren Glanz wieder.

Es wurde Stickstoffgas durch bloße Absorbtion mittelst des Phosphors über Queckſilber bereitet: das Holz schon anfangs in die graduirte Kugel gebracht; das Queckſilber stieg bis 0, 25, und der Schein des Holzes vergieng ein paar Secunden vor dem des Phosphors.

Alle Erscheinungen waren wie beym vorigen Versuch, als neues Sauerstoffgas dem reinen Stickgas beygemischt wurde.

Im Stickgas aus erwärmten Braunsteinkalk leuchten Phosphor und Holz.

Eben so in Stickgas durch aufgelöste geschwefelte Pottasche bereitet;

Böckmann.

2.

Möglichst reines Stickstoffgas wurde bereitet durch hinlängliches Schütteln eines Bleyamalgams, oder durch sechs Monat lange Einwirkung einer Auflösung des Schwefelkali's, oder durch feuchte Gartenerde, aus der atmosphärischen Luft; welches im Eudiometer mit Salpetergas keine Verminderung zeigte.

Das Phosphoresciren des Holzes dauerte darin eine Stunde lang so stark als in Sauerstoffgas fort, hielt auch verschieden an $1\frac{1}{2}$, 4, 5, bis 14 Stunden lang.

Als nach 24 Stunden frisches Stickstoffgas hinzugelassen wurde, erfolgte nicht das geringste Licht mehr.

Eben so wenig kam das Leuchten durch Zusatz von 1 Cubiczoll Sauerstoffgas zurück.

Hingegen leuchtete ein neues Stück Holz sowohl in diesem als in den übrigen Gefäßen, worin das Stickstoffgas ohne Zumischung geblieben war, 2, 4, 5 Stunden lang.

Wurde Holz und Phosphor zugleich in Stickstoffgas gebracht, so leuchteten beyde; doch hielt der Phosphor gewöhnlich länger aus.

v. Humboldt.

allein diese hatte nur 8 Tage gewirkt, und das obige wurde aus Braunsteinkalk kurz vor der Glühhitze aufgefaßt; beyde waren also mit Sauerstoff vermischt.

3.

Im Wasserstoffgas, welches durch Phosphor sorgfältig gereiniget worden, hört das faule Holz in wenigen Minuten auf zu leuchten.

Bey unreinem, d. i. mit Sauerstoff gemischtem Wasserstoffgas ist nach einer halben Stunde oder nach zwey Stunden alle Phosphorescenz verschwunden.

4.

Ich hatte kohlensaures Gas von 4 verschiedenen Stufen der Reinheit.

In Nr. 1 verlosch das Holz nach 20 Minuten.

In Nr. 2 nach 14 Min.

In Nr. 3 nach 6 Min.

In Nr. 4 augenblicklich.

Böckmann.

Nach 24 Stunden frisches Holz hinzugelassen, leuchtete wieder, obwohl der Phosphor dunkel blieb.

Das rückständige Gas erlitt durch Salpetergas keine Verminderung.

3.

In einem durch Eisen und gewässerte Schwefelsäure sorgfältig bereitetem Wasserstoffgas, worin der Phosphor nicht leuchtete, erschien das faulende Holz phosphorescirend, jedoch nahm das Licht nach 30-40 Minuten stark ab, und erlosch bald darauf.

So oft frisches faulendes Holz in das rückständige Gas gebracht ward, so leuchtete es.

Bey Berührung mit atmosphärischer Luft ward das Leuchten des Holzes einigermassen wieder hergestellt.

4.

In kohlenstoffsaurem Gas, welches aus Kreide und gewässerter Schwefelsäure bereitet und durch gelind erhitzten Phosphor gereiniget ward, phosphorescirte das Holz anfänglich; aber schon nach 4-5 Minuten leuchtete es schwächer, und

v. Humboldt.

Die ersten drey Versuche wurden über Wasser gemacht, der lezte über Queckſilber.

Durch Zuſatz von Sauerſtoffgas oder atmosphärischer Luft wurde das Holz in allen vier Flaſchen wieder leuchtend.

5.

In kaltem Waſſer phosphoreſcirt das Holz mehrere Tage lang.

Wenn man Waſſer bis 80° R. erhizt, ſo verliſcht das Holz augenblicklich darin.

In ſorgfältig deſtillirtem Waſſer leuchtet das Holz nicht ſchwächer als in luftvollem.

Alle andere tropfbare Flüſſigkeiten vernichten das Leuchten des Holzes mehr oder minder ſchnell.

So weit gehen v. Humboldts Verſuche.

Böckmann.

nach 15-20 Minuten verloſch es ganz.

Neues Holz leuchtete darin wieder 16 Minuten.

Beynahe eben ſo leuchtete das Holz in kohlenſtoffſaurem Gas, worin zuvor kein Phosphor gelegen hatte.

5.

Im gewöhnlichen Brunnenwaſſer, und in friſch ausgekochtem, auch im deſtillirten Waſſer leuchtete das Holz bey einer Temperatur von 8-12 Gr. R. ſo wie in atmosphäriſcher Luft, und hörte erſt nach 24 Stunden auf.

Im Waſſer von 45° R. oder von noch höherer Temperatur erloſch das Licht ſchnell und konnte nur ſelten wieder erneuert werden.

Böckmann machte ferner Verſuche mit allen Gasarten, unter der Luftpumpe ꝛc. zuſammen 24 Arten von Verſuchen.

§. 208.

Was ſoll man nun aus dieſen oft beträchtlich von einander abweichenden Reſultaten ſchließen? Wer verdient mehr Glauben?

Böckmann ſchließt ſo, und zwar, wie ich glaube, ſehr gründlich:

Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß das Erlöſchen des faulenden Holzes in verſchiedenen Medien nicht ſowohl unmittelbar von einem

Mangel an Sauerstoffgas, als vielmehr von einer besondern mit dem Holze selbst vorgegangenen Veränderung herrühre. Denn wenn der in den Medien verborgene Sauerstoff die unmittelbare Ursache der Phosphorescenz wäre, wie hätte in meinen Versuchen immer frisch nachgesetztes Holz auch immer wiedre leuchten können?

Sollte wohl die ungeschwächte Phosphorescenz des Holzes, selbst im destillirten, ausgekochten Wasser und im Oele von dem wenigen Sauerstoff dieser Flüssigkeiten herrühren können? — Vermag doch der Phosphor selbst dieses nicht.

Daher wird es mir desto wahrscheinlicher, daß das Holz zu seiner Phosphorescenz unmittelbar kein Sauerstoffgas nöthig habe, — sondern daß es darauf ankomme, ob gewisse Medien, in welche man das Holz versenkt, die Fäulniß hemmen oder befördern.

Es muß daher die Fäulniß und die damit verbundene Phosphorescenz bey gehöriger Feuchtigkeit fortdauern

a) im Sauerstoffgas, in atmosphärischer Luft, und
b) in schwachen Auflösungen von salzigtsaurem Natron und salpetersaurem Kali;

Sie wird hingegen gehemmt durch Mangel an Sauerstoffgas, folglich

a) in allen irrespirablen Gasarten; besonders im Salpetergas, im kohlenstofffauren Gas, wegen ihrer fäulnißwidrigen Eigenschaft;
b) durch Erhitzung, wegen der damit verbundenen Austrocknung;
c) durch Weingeist, u. s. w.

Ist der bestimmte Grad der Fäulniß durch gewisse Medien gänzlich verändert, oder zerstört, so kann das erloschene Licht des Holzes nicht wieder hergestellt werden; wohl aber, wenn der Grad der Fäulniß nur einigermaßen oder oberflächlich gestört wird.

Da man übrigens dieses Phänomen eben nicht häufig in der Natur bemerkt, so scheinen zur Hervorbringung einer solchen Phosphorescenz viele besondere Umstände zusammentreffen zu müssen.

Immer hat man hier häufige Lichtentwickelung aus einem Körper: a) ohne bemerkbare Wärme, wie dieses der Fall häufig in der Natur iſt, und b) ohne hinlänglichen Vorrath von Sauerſtoffgas.

§. 209.

Ich ziehe ſchlüßlich auch noch eine Parallele zwiſchen den Erſcheinungen des faulen Holzes und des Kunkelſchen Phosphors, aus Böckmanns Abhandlung. (Journal der Chemie B. 5. S. 25. 26.)

Vergleichungstabelle

zwiſchen faulendem Holze und Kunkelſchem Phosphor.

1. Es leuchtet im Sauerſtoffgas bey niedrigen Temperaturen.	1. Er leuchtet im Sauerſtoffgas erſt bey einer Temperatur von 16-22 Grad Reaum.
2. Phosphoreſcirt in allen irreſpirablen Gasarten wenigſtens eine kurze Zeit; im phosphorhaltigen Waſſerſtoffgas und im Phosphorſtickſtoffgas ſogar lange Zeit.	2. Leuchtet unter allen möglichſtreinen irreſpirablen Gasarten nur im Stickſtoffgas, im oxydirten Stickſtoffgas und im ſalzſauren Gas.
3. Im ſalzſauren Gas verliſcht ſein Licht ſehr ſchnell.	3. Entzündet ſich darin von ſelbſt, und verbrennt mit großem Glanze.
4. Phosphoreſcirt in verdünnter Luft ſchwächer.	4. Leuchtet in verdünnter Luft ſtärker.
5. Phosphoreſcirt im vacuo Torricelliano nach Carradori's Zeugniſſe.	5. Leuchtet in dieſem leeren Raume nicht nach meiner eigenen Erfahrung *).

*) Ich brachte in die Torricelliſche Röhre des Barometers, welche ſehr weit, beym Feuer ausgekocht und vollkommen luftleer war, drey Stückchen von reinem Phosphor, von der Größe einer Linſe; ſie hoben ſich durch die Queckſilberſäule bis zum luftleeren Raum hinauf; allein ſie leuchteten nicht, ſelbſt im ſtarkgeheizten Zimmer, bey einer Temperatur von 24° R. nicht. Das Queckſilber ſchmutzte die Glasröhre ſtark, woraus ich auf eine Auflöſung des Phosphors oder des Queckſilbers ſchließe.

6. Sein Licht verlöscht im Sauerstoffgas und andern Gasarten, wenn sie erhitzt werden.	6. Erhitzt verbrennt er schnell im Sauerstoffgas, und leuchtet stärker in nicht ganz reinen irrespirablen Gasarten.
7. Beym Leuchten desselben im Sauerstoffgas entsteht kohlenstoffsaures Gas.	7. Unter diesen Umständen entsteht kein kohlenstoffsaures Gas.
8. Wenn in einem Gas faules Holz verloschen ist, so wird frisch hineingebrachtes doch wieder leuchten.	8. Wenn in einem Gas Phosphor ausgeleuchtet hat, so leuchtet ein frisches Stück Phosphor nicht wieder darin; nur Stickstoffgas macht eine Ausnahme.
9. Feuchtigkeit befördert das Leuchten desselben, und ist sogar dazu nothwendig.	9. Feuchtigkeit und Nässe ist seinem Leuchten sehr hinderlich.
10. Leuchtet auch unter Wasser, Oel, und andern tropfbaren Flüssigkeiten, oft sogar mit Erhöhung des Glanzes.	10. Die tropfbaren Flüssigkeiten sind seinem Leuchten durchaus hinderlich.

Schluß.

Beyde Phänomene sind nicht von derselben Art, und nur scheinbar ähnlich; denn

Hier Zersetzung eines Körpers und Lichtentwickelung durch langsame Fäulniß.	Hier Zersetzung eines Körpers und Lichtentwickelung durch langsames Verbrennen.

Beyde Phänomene kommen darin zusammen, daß beyderseits die Lichtentwickelung aus dem zersetzten Körper selbst kömmt.

B. Selbstentzündungen.

§. 210.

Die Erscheinungen der Pyrophorn und freywilliger Luftentzündungen gehören zwar mehr zur Theorie des Feuers als des Lichtes; unterdessen will ich sie doch nicht ganz übergehen, theils weil sie immer mit häufiger Lichtentwickelung begleitet sind, theils weil man auch hier von der Abkunft des Lichtes Rechenschaft geben muß.

Hombergs Pyrophor war lange Zeit die einzige Substanz von der man wußte, daß sie sich in freyer, zumal feuchter Luft, von selbst entzündete. Dermal ist die Anzahl theils ungemischter in Zersetzung und Gährung übergehender Körper, theils künstlicher Mischungen, welche alle dieselbe Eigenschaft besitzen, so groß, daß ich eine lange Reihe davon hersetzen könnte, wenn dieser Gegenstand zum eigentlichen Zwecke unserer Abhandlung gehörte.

Ich bleibe sogleich bey Hombergs Pyrophor stehen, dessen Selbstentzündung das antiphlogistische System nicht hinreichend zu erklären scheint. Nach diesem verbindet sich der Sauerstoff der Atmosphäre mit dem Schwefel des Pyrophors und bildet Schwefelsäure. Der nun frey gewordene Wärmestoff der Atmosphäre wirkt auf Schwefel und Kohle um Entzündung hervorzubringen. Das Rückbleibsel ist Schwefelsäure, Alaunerde, und Kohle. (Girtanner Anfangsgründe der antiphl. Chemie, 1795. S. 108) Allein damit ist nicht alles gesagt. Man muß hier hauptsächlich davon Rechenschaft geben, was die Temperatur bis zum Glühen erhöht? was den Proceß einleitet und anfängt? woher Flamme, Ausbruch von Licht und Wärme, so schnell entsteht? Diese Fragen zu beantworten, muß man auf die essentiellen Bestandtheile des Pyrophors, und auf einen nothwendigen Umstand beym Verbrennen desselben zurückgehen.

§. 211.

Es ist dermal erwiesen, daß die Alaunerde nur in so fern zum Pyrophor nothwendig sey, als sie Gewächsalcali enthält; die Thonerde des Alauns trägt zum Ganzen nichts bey.

Es ist erwiesen, daß der Versuch nur so lang recht gut gelingt, so lang dieses Gewächsalkali recht trocken und ätzend bleibt, daher frisch bereiteter Luftzünder am schnellsten verpufft, daher man dieses Pulver in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahren muß, wenn der Versuch nach längerer Zeit noch gelingen soll.

Es ist erwiesen, daß der Pyrophor in feuchter Luft sich viel geschwinder entzündet, daß endlich die atmosphärische Luft immer Feuchtigkeit enthält.

Was geschieht nun bey Bereitung des Pyrophors?

Eine Mischung von 5 Th. gebrannten Alaun und 1 Th. feinen Kohlenpulver wird im Sandbade bis zum Glühen der Flasche erhitzt. An der Mündung der Flasche lodert eine blaue Flamme auf, welche allmälig verlischt und nun wird die Mündung verstopft, alles abgekühlt und der Luftzünder ist fertig.

Der dazu verbrauchte Alaun, ein Compositum aus Thonerde, Schwefelsäure und Gewächsalkali.

Die Schwefelsäure verliert beym Glühen mit der Kohle ihren Sauerstoff, und es entwischt kohlenstoffsaures Gas.

Die Grundlage dieser Säure zieht aus der Glühhitze einen Ueberfluß von Licht an sich, und wir haben Schwefel, welcher vom Kali noch zurückgehalten wird, um nicht ganz zu verfliegen, wozu auch die Hitze nicht hinreicht.

Nun bringt man das Ganze in feuchte Luft. Die Feuchtigkeit wirft sich sogleich auf das Gewächsalcali (so entsteht Hitze) und auch auf den Schwefel (so entsteht Zersetzung des Wassers).

Der Wasserstoff des Wassers erzeugt mit Schwefel geschwefeltes Wasserstoffgas, welches sich bey der durch das Kali erhöhte Temperatur entzündet, und auch die Kohle zum Glühen bringt.

Der Sauerstoff des Wassers bildet mit Schwefel etwas Schwefelsäure, kann auch das Verpuffen des Gases befördern.

Licht und Wärme wird frey und lodert in Flamme auf, welche durch die glühende Kohle nur vermehrt wird.

Der Rest nach dem Verbrennen ist schwefelsaure Alaunerde, etwas Kohle, und Wasser durch Zersetzung des inflammablen Gases in der Luft.

Das feucht gewordene Gewächsalcali leitet also durch Erhöhung der Temperatur den Proceß ein.

Die Zersetzung des Wassers führt ihn aus, mittelst des Schwefels.

Licht kömmt aus dem Gemische, und nicht aus der umgebenden Luft.

Wärme entsteht aus der Formänderung des Gemisches, meinetwegen auch zum Theil aus der Atmosphäre.

So glaube ich alle Umstände erläutert zu haben.

§. 212.

Das Wichtigste und vielleicht auch das Schwerste bey den Erscheinungen der verschiedenen Luftzünder und Selbstentzündungen ist, für jeden Fall anzugeben, was die Temperatur bis zum Ausbruch der Flamme erhöht. Und da muß man ja die Zersetzung des Wassers nicht vergessen.

Was geschieht nicht beym Verwittern der Schwefelkiese? Beym Selbstentzünden von feuchtem Heu, Getraid, Dünger, Wolle ꝛc.? Nebst andern chemischen Processen sicher auch Wasserzersetzung.

Niemand weiß dieses mehr aus Erfahrung als Rußland durch die traurigen Vorfälle von 1764, 1780, 1781.

Es wäre sehr zu wünschen, sagt Göttling (Taschenbuch für Scheidekünstler 1800, S. 40), daß man sich bemühte, die freywilligen Entzündungen der Mischungen aus Oel und Ruß u. dgl. nach den Grundsätzen der neuen Chemie zu erklären, was bisher

noch nicht geschehen ist. Soll nicht auch hier Zerlegung und Bildung des Wassers mitwirken?

Es ist in der Chemie nichts gewöhnlicher, als die Erhöhung und Erniedrigung der Temperatur aus der äußern Formänderung der Körper herleiten. Man hat den Satz z. B., daß relative Kälte entsteht, wenn Körper aus der starren Form in tropfbar flüssige, oder aus dieser in Dampf- oder Gasgestalt übergehen, und umgekehrt, beynahe zur Würde eines Axioms erhoben. Mit welchem Recht, will ich hier nicht untersuchen; es wird sich aber einst ergeben, daß in vielen Fällen, z. B. bey einigen Gasarten die permanente Elasticität nicht Folge, sondern Ursache des in ihnen angehäuften Wärmestoffes sey. Man thut daher nicht wohl, wenn man bey Erklärung der Selbstentzündungen zu so unausgemachten Sätzen seine Zuflucht nimmt.

§. 213.

Die Selbstentzündungen zeigen sich nirgends schöner, als im oxydirten salzsauren Gas, so daß man in Rücksicht dieses Gases, alle Metalle und noch viele andere Körper unter die Phosphore zählen könnte. Gold, Zink, Wismuth, Spießglanzerz, Zinnober, Kohle u. a. m. zu feinem Pulver gerieben, entzünden sich darin schon bey einer mittelmäßigen Temperatur, was im reinsten, selbst beträchtlich erwärmten Sauerstoffgas, nicht geschieht. Wenn denn Sauerstoffgas ausschließlich die Quelle des Lichtes ist, wo nehmen hier die abbrennenden Körper ihr Licht her? Etwa aus der Salzsäure? oder aus dem überflüssigen Oxygen der Salzsäure? oder gar aus dem Magnesium- Bley- Queckſilberoxyde, das zur Entbindung gebraucht wurde? Auf alle diese Fragen schweigt die neuere Chemie. Ihre Antwort ist: die Metalle säuern sich, weil in obgenannter Säure der Sauerstoff zu der Salzsäure keine große Verwandtschaft hat, als zu den hinzugesetzten Metallen: Licht und Wärme entsteht durch Formänderung der Substanzen. (Girtanner Anfangsgründe der

antiphlog. Chemie, 1795. S. 164 u. f.) Die Frage ist hier eigentlich über die Abkunft des Lichtes.

Im Gas selbst, oder in der Entbindungsart desselben kann man die Quelle des Lichtes nicht suchen. Man gewinnt dieses Gas, indem man z. B. Salzsäure auf Braunstein gießt, und das Gemisch im Sandbald, auch bey dunkler Wärme, erhitzt.

Das so erhaltene Gas ist nicht Sauerstoffgas, ist im eigentlichen Sinne nicht einmal ein Gas, sondern nur Dunst, der bey niedriger Temperatur sogleich wieder in concrete Form zurückkehrt. Also auch darin nicht die Quelle des Lichtes.

Es bleibt uns daher nichts übrig, als daß wir den Ursprung des zum Vorschein kommenden Lichtes aus dem brennenden Körper selbst herleiten. Und in der That verbrennen darin gerade solche Körper am leichtesten, welche einerseits sehr lichtreich, und anderseits sehr leicht oxydirbar sind, wie z. B. die genannten Metalle ꝛc.

§. 214.

So viel ist hinreichend zu meinem Zwecke. Allein noch ist der Einwurf nicht beantwortet, warum sich ein Körper im oxygenirten salzsauren Gas freywillig entzündet, hingegen im reinsten Sauerstoffgas nicht? Was ich hierüber noch gelesen habe, ist unbefriedigend, zum Theil nur hypothetisch, ich möchte sagen precaire, angenommen.

Erinnere ich mich aber an die mächtige Wirkung des Lichtes auf die oxygenirte Salzsäure, wovon ich oben (§§. 106-108) so viele Beyspiele geliefert habe; bedenke ich ferner, daß gerade die lichtreichsten und leicht oxydirbaren Körper pulverisirt zum Versuche dienen, so finde ich in der Verwandtschaft der Säure zum Licht das, was den Proceß beginnt, den Sauerstoff frey macht, die Temperatur erhöht und die Flamme bildet.

§. 215.

Wie kömmt es endlich, daß Körper, welche mit einer Flamme verbrennen, gemeiniglich nicht eher Feuer fangen, als bis eine Flamme

von aussen genähert wird? Weingeist, Baumöl u. dgl. kann man in offenen Gefäßen durch Wärme ganz abdampfen, ohne daß sie von freyen Stücken Feuer fangen; leitet man aber einen electrischen Funken durch die heißen Dämpfe des Weingeistes, so lodert er in heller Flamme auf.

Trocknes Holz kann man, vorsichtig behandelt, in Kohle umschaffen, ohne daß es sich in Flamme setzt; nähert man während des Versuches einen brennenden Holzspan, so wird sogleich alles Holz hell aufbrennen.

Warum wird dazu immer strahlende Wärme, immer ein Lichtfunken erfodert, und warum, bewirkt ein Zusatz von dunkler Wärme dieses nicht? Was der electrische Funken thut, kann ein beynahe bis zum Rothglühen erhitztes Eisen nicht.

Soll uns dieß nicht auf den Gedanken bringen, Licht von aussen werfe sich hier auf den angehäuften Wärmestoff des Körpers, um den Verbrennungsproceß einzuleiten? Licht wirke hier als Licht, und nicht als Wärme?

C. Die Glühhitze.

§. 216.

Die Erhöhung der Temperatur hat unzählige Grade; der höchste ist in unsern chemischen Werkstätten jener der Glühhitze, wobey außer der Wärme auch Licht zum Vorschein kommt. Dieser Umstand muß bey Erklärung der Phänomene nie außer Acht gelassen werden, um nicht der Wärme allein zuzuschreiben, was von Wärme und Licht zugleich, ja vielleicht gar vom letztern allein abhängt.

Dieses gilt nicht nur vom freyen Feuer der chemischen Oefen, sondern auch wenn geschlossene Gefäße, irdene und gläserne Retorten glühen, d. h. von Wärme und Licht durchströmt werden. Lavoisier hat hierauf keine Rücksicht genommen, und deswegen manchen Erfolg seiner chemischen Operazionen unrichtig beurtheilt.

§. 217.

Wenn man sich durch Zerlegung der Körper auf trocknem Wege Gasarten bereitet, so erreicht man seinen Zweck selten oder gar nicht, außer in offener Glühhitze oder beym Glühen der Gefäße. Diese Bemerkung bestätiget sich allemal, wenn beym Prozesse der Sauerstoff mit ins Spiel kömmt.

Weder der Braunstein noch der Salpeter liefern Sauerstoffgas, außer beym Glühen der Retorte.

Das rothe Queckſilberoxyd giebt seinen Sauerstoff bey einer mittelmäßigen Hitze ab, wenn man entweder von einem Lampenfeuer oder durch eine Brennlinse Licht dazu beytreten läßt; im Sandbade hingegen, wenn es auch noch so erhitzt wird, kömmt man schwerlich oder gar nicht zum Zwecke.

Um Wasserstoffgas und kohlenstoffsaures Gas durch Zerlegung des Wassers und der Kohle zu erhalten, muß die beschlagene Glasröhre, so wie die eingeschlossene Kohle oder der Eisendrath allemal roth glühen.

Eben so liefern das salzsaure Kali oder die Dämpfe der Säuren nie Sauerstoffgas, die salpetersauren Dämpfe nie Stickstoffgas, wenn nicht dort die Glasröhre, hier der eiserne Flintenlauf glühend gemacht wird.

Sollen diese und ähnliche Wirkungen blos von der verstärkten Hitze herrühren? Allein es fragt sich hier schon, warum die Gefäße von Thon, Glas u. dgl. bey einem gewissen Grade der Hitze zu glühen anfangen, das heißt, warum endlich Licht und Hitze zugleich erscheint? Ist dunkle Hitze und leuchtende Hitze blos durch den Grad der Intensität verschieden? oder besteht vielmehr lezterer aus Licht und Wärme zugleich?

Ist dieses Licht blos Schein, oder etwas Reelles, ein wirklich existirendes, von dem Wärmestoff verschiedenes Wesen?

Ist man nicht, wenn man consequent handeln will, gezwungen, entweder auch dem Wärmestoff sein Daseyn abzusprechen, oder wenn man das nicht will, auch die Existenz des Lichtes anzuerkennen?

Doch wir wollen diese Frage einstweilen bey Seite setzen und bloß nach den Erscheinungen folgen.

§. 218.

Der Braunstein giebt also bey dunkler Hitze Stickstoff bey der Glühhitze aber Sauerstoffgas. Woher diese Verschiedenheit der Wirkung? Ich will den Stickstoff unberührt lassen, um nicht durch dieses chemische Räthsel von meinem Zwecke abgelenkt zu werden. Man beantworte mir nur die Frage, warum das schwarze Magnesiumoxyde seinen Sauerstoff nicht entwischen läßt, bevor die Glühhitze eintritt? bevor leuchtende Hitze, Hitze mit Licht, Wärme und Licht zugleich wirkt? Die durch die Retorte auf das Oxyde strömende Wärme konnte also dieß nicht bewirken, es mußte auch noch Licht auf den Braunstein hinströmen, und nun ergab sich der Effect, und nun dauert der Effect so lang fort, als das Glühen, hört aber mit diesem auch wieder auf. Das Licht mußte also das Band lösen, welches Magnesium und Sauerstoff zusammenhielt. Die Wärme konnte weiter nichts, als den Proceß vorbereiten, einleiten; nie vollenden.

Und nachdem das Licht seinen vollen Effect hervorgebracht hat, wo kömmt es nun hin? was geschieht damit? Entwischt es mit in die Atmosphäre? ich glaube nein, wenigstens nicht alles. Tritt es mit dem entweichenden Sauerstoff in Verbindung? ohne Zweifel nicht; denn da es sich auf das Magnesiumoxyde werfen mußte, um die Verbindung aufzuheben, so ist es nach der Analogie anderer Auflösungen (wo doppelte Affinität wirkt) am vernünftigsten zu schließen, daß der Wärmestoff der Glühhitze mit dem Sauerstoff des Braunsteins vereinigt in Gestalt von Gas wegweicht.

und daß das Licht mit dem Magnesium verbunden in der Retorte zurückbleibt, das verbrennliche Metall wieder in seiner ursprünglichen, reguliniſchen Form darzuſtellen. Ich habe alſo Urſache, die reguliniſchen Metalle, wie ich ſchon öfters gethan habe, lichtreiche Körper zu nennen.

§. 219.

Betrachten wir die Zerlegung des Waſſers bey der Glühhitze: Die Waſſerdämpfe ſtreichen unzerſetzt durch den Musketenlauf, bis dieſer glüht; dann erſt geht die Zerſetzung an. Ein Beſtandtheil des Waſſers verbindet ſich mit dem Licht- und Wärmeſtoff, und geht als brennbares Gas in die Vorlage über: der andere Beſtandtheil wirft ſich auf das Eiſen und oxydirt es.

Licht war alſo auch hier das Mittel, um die zwey Beſtandtheile des Waſſers zu trennen, und das gegenſeitige Band aufzuheben, was die dunkle Wärme nicht konnte.

§. 220.

Fragt man mich, warum ich bey dieſer Auflöſung das Licht mit dem Waſſerſtoff und nicht mit dem Sauerſtoff in Verbindung treten laſſe, ſo antwortet ſtatt meiner die Natur, welche uns bey hundert andern Erſcheinungen zeigt, daß Licht verſchwindet, wenn Sauerſtoff frey wird, und umgekehrt, Sauerſtoff verſchwindet, wenn Licht frey wird; alſo immer:

Licht gebunden, Sauerſtoff frey:
Sauerſtoff gebunden, Licht frey: } beydes durch eine allgemeine Induction erwieſen (§§. 162 ſqq.). Ich habe die Beweiſe hievon ſchon vielfach geliefert, werde noch viele in der Folge liefern, werde zuletzt alle unter einen Geſichtspunct zuſammenreihen.

Fragt man mich, warum bey dieſem Proceſſe der Sauerſtoff ſich auf das Eiſen wirft, und nicht mit Wärmeſtoff verbunden als Sauerſtoffgas übergeht? ſo antwortet wiederum die Natur, welche

uns lehrt, daß erhitzte Metalle den Sauerstoff, wo sie ihn immer erhalten können, entweder aus der Atmosphäre, oder aus andern Körpern, sich begierig zueignen; sie lehrt uns aber auch, daß bey diesem so raschen Processe nie aller Sauerstoff mit dem Metalle sich verbindet, sondern zum Theil auch in Gasform in die Vorlage übergeht, daher man auf diese Art (vielleicht auch auf keine andere) nie ganz reines brennbares Gas erhält, welches der Phosphor zeigt, der darin leuchtet, oder noch besser, das schwache Abbrennen dieses Gases im Voltaischen Eudiometer ohne Zusatz.

Wir wollen diesen Gedanken verfolgen und noch durch mehrere Thatsachen zeigen, wie sehr die Glühhitze in ihren Wirkungen von der dunklen Hitze verschieden ist.

§. 221.

a) Die Eisenfeilspäne werden schon ohne Mitwirkung der höhern Temperatur und des Lichtes durch Wasser verkalkt; allein dieser Proceß geht (vorzüglich in schlecht beleuchteten Glaskästen) äußerst langsam und unvollkommen vor sich, und ich erhalte nach sechs Wochen kaum so viel Gas, um es prüfen zu können, und das Eisen zeigt dann noch immer retractorische Kraft. Nun setze man aber das Glas in den Sonnenschein, wo beydes, Wärme und Licht, in höherm Grade auf das Wasser und Eisen wirken, so wird alles viel besser gehen; die Glühhitze endlich, wie ich eben gesagt habe, vollendet die Verkalkung des Eisens und die Zersetzung des Wassers augenblicklich.

b) Die Kohle verhält sich in der Glühhitze mit dem Wasser auf die nämliche Weise; nur ist das eine Product anstatt eines Metallkalkes kohlenstoffsaures Gas, das zweyte Product (Wasserstoffgas) bleibt wie zuvor beym Eisen.

c) Das Wasserstoffgas löset den Schwefel nicht auf, ob er gleich durch eine gehörige Wärme zum Kochen gebracht und in Dämpfe aufgelöst wird, wie Scheele erfuhr (von Luft u. Feuer §. 97,

Verſ. 6.); ſetzt man aber die Anrichtung in den Brennpunct eines Glaslinſe, ſo erfolgt die Auflöſung, und man erhält geſchwefeltes Waſſerſtoffgas, welches ſich wie eine wahre Säure verhält.

d) Das Ammoniakgas mit einem gleichen Volumen Sauerſtoffgas gemengt, gewährt keine Zerſetzung; in der Glühhitze hingegen erhält man Salpetergas. Eben dieſes Reſultat erhält man, wenn obiges Gas durch eine glühende eiſerne Röhre ſtreicht, in welcher Braunſtein liegt, wobey zugleich etwas Waſſer übergeht.

e) Wenn man Bleyoxyd in einem mit Ammoniakgas gefüllten Recipienten durch die Brennlinſe erhitzt, ſo wird der Bleykalk hergeſtellt, das benannte Gas in Stickſtoffgas verwandelt, und zugleich Waſſer erzeugt.

f) Die Geſellſchaft der Holländiſchen Chemiker hat zuerſt bemerkt (Gren's neues Journal d. Phyſik, B. 1. S. 259), daß oxydirtes Stickſtoffgas, welches durch eine glühende Glasröhre getrieben worden, mit Salpeterluft beynahe eben ſo ſehr als die atmoſphäriſche Luft, vermindert wird. Es wurde alſo durch die Glühhitze beynahe ganz in den Zuſtand der atmoſphäriſchen Luft übergeführt. Und da ſehr oft wiederholte elektriſche Schläge dieſelbe Wirkung hervorbringen (a. a. O.), ſo muß wohl außer der Wärme auch noch das Licht auf obiges Gas gewirkt haben.

g) Bey Bereitung des Mennigs im Großen iſt es unvermeidlich, daß nicht nebſt dem Sauerſtoff der Atmoſphäre auch ein Theil von kohlenſtofffaurem Gas mit in Verbindung trete. Allein die bey dieſem Proceß angewandte Hitze macht in der Luftſäure des Mennigs dieſelbe Veränderung, wie beym Kalkſtein, ſie wird dadurch zerlegt und zum Aetzſtoff gemacht, der ſich aber leicht wieder zur Luftſäure herſtellen läßt, wenn man den Mennig der freyen Glühhitze unterwirft.

Daher erhielt Prieſtley (Exp. on Air Vol. II. pag. 37, Vol. I. p. 192) aus Mennig, welchen er mit Brennglas behan-

delte, Sauerstoffgas, welches mit einem Drittel kohlenstofffaurem Gas verunreiniget war.

h) Eben der Mennig bietet noch eine andere Erscheinung dar, woran das Licht Theil hat.

Bekanntlich können nur die edlen Metalle, wozu ich auch das Queckſilber rechne, durch bloße Glühhitze oder im Brennpuncte, ohne Zusatz wieder hergestellt werden. Beym Mennig geschieht daſſelbe, wenigstens größtentheils, wenn man ihn mit wenigem Salpeter in einen glühenden Tiegel trägt.

Bey allen dieſen Operazionen iſt die Wirkung der leuchtenden Hitze unverkennbar, und die Functionen laſſen ſich auch ſo ziemlich angeben. Schwerer wird die Erklärung bey folgenden:

§. 222.

i) Wenn man das Blut mit Pottaſche vermiſcht, langſam eintrocknet, und ohne Glühhitze brennt, ſo giebt es ein Neutralſalz, welches außer dem Silber und Queckſilber kein Metall aus den Säuren fällt; wird die Maſſe aber überdieß in der Glühhitze vom Lichte durchdrungen, ſo entſteht neben dieſem unveränderten Salze eine neue Säure, die, mit der des Neutralſalzes verbunden, Blauſäure macht. (Winterl's Kunſt Blutlauge ꝛc. zu bereiten, Wien 1790, §. 2.)

k) Der kryſtalliſirte Grünſpan läßt in der Deſtillirung, bevor die Temperatur zur Glühhitze übergeht, den Eſſig theils unzerſetzt, theils zerſetzt fahren, aber bey eintretender Glühhitze nur unzerſetzt. (Winterl's Darſtellung der vier Beſtandtheile ꝛc. Jena 1804)

Hier läßt ſich nun fragen: woher jene neue Säure in der Glühhitze bey Behandlung des Blutes mit Pottaſche?

Warum erſcheint der Eſſig beym höchſten Grade der Hitze wieder unzerſetzt?

Soll man dem tiefdenkenden Manne nicht beypflichten, wenn er (a. a. O. S. 392) ſagt: „zur Begeiſtung der entſäuerten Säu-

„ren, oder zur Ueberſäurung der vollendeten Säuren, reicht nur das „Licht hin, welches ſich der Temperatur beygeſellt, und welches ſich „vorzüglich in der Glühhitze ereignet.“

§. 223.

l) Daher kömmt es, daß der Phosphor, wenn er langſam und mit ſchwachem Lichte verbrennt, nur in phosphorigte Säure übergeht, wo er entgegen bis zum Flüchtigwerden geſäuert wird, wenn er raſch mit hellem weißen Lichte verbrennt.

m) Daher kömmt der auffallende Unterſchied zwiſchen dem natürlichen Sauerſtoffgas der Atmosphäre und dem künſtlichen durch die Glühhitze erzeugten. Jenes verkalkt das Eiſen ohne alle ſichtbare Erſcheinung nur langſam: in dieſem verbrennt das angezündete Eiſen mit ſo einer Heftigkeit, daß die umhergeworfenen Kügelchen ſelbſt unter Waſſer noch eine zeitlang fortglühen. Woher hat denn dieſes Sauerſtoffgas ihre ſo ſehr vermehrte Säuerung erhalten, als aus der Glühhitze?

n) Aus ebenderſelben Urſache iſt das aus der glimmenden Kohle und aus dem glühenden Kalkſtein erhaltene kohlenſtoffſaure Gas giftiger als jedes anders erzeugte.

o) Ich habe ſchon oben geſagt, daß das Eiſen von der bloßen Hitze nicht die geringſte Veränderung leidet; daß es hingegen in Berührung mit der atmosphäriſchen Luft verkalkt wird, ſo bald ſich der Hitze das Licht beygeſellt. Allein da in dieſem Verſuche Licht und Wärme gleichzeitig auf das Eiſen wirken, ſo mußte noch durch einen andern Verſuch ausgemittelt werden, welchem von beyden der Oxydationsproceß zuzuſchreiben ſey. Dieſen lieferte Brugnatelli in Crell's Beyträgen (I. 80), und ich habe ihn, ohne hievon etwas zu wiſſen, längſt ſelbſt gemacht. Man ſetze von zwey Portionen mit Waſſer befeuchteter Eiſenfeilſpäne die eine an einen dunklen Ort, die andere aber an das Sonnenlicht, ſo wird die leztere in kurzer Zeit verkalkt, während die erſtere noch ganz

unverändert bleibt, wie ich schon oben erinnert habe. (Zersetzung des Wassers durch Licht §. 221.)

Man kann solche Versuche nicht oft genug wiederholen, weil es noch immer Chemiker giebt, welche bey allen diesen Erscheinungen nichts als Wirkungen der erhöhten Temperatur sehen, vor deren Augen das hellste Licht als ein Nichts verschwindet, oder nur als Wärme, als Feuer erscheinet.

§. 224.

Die Glühhitze wirkt also ganz anders, als die dunkle Wärme, und dieses nicht blos wegen Erhöhung der Temperatur, sondern weil zugleich das Licht mit im Spiele liegt. Wir wollen nun auch den Act des Glühens selbst betrachten.

Glühen ist Ausbruch der Wärme mit Licht begleitet, Erhitzung der Körper bis zum Leuchten.

Das Glühen ist bey vielen Substanzen mit einer Zersetzung verbunden, z. B. bey der Kohle, dem Eisen u. dergl. und in diesem Falle ist es eine wahre Verbrennung; allein häufig geschieht dieses auch nicht, wie alle, §. 180 u. 181, angeführte Versuche von Wedgwood beweisen.

Diese Erscheinung mag nun mit Zersetzung des Körpers verbunden seyn oder nicht, so fragt sich immer, ob ein Glühen ohne Daseyn von Sauerstoffgas möglich ist? Im strengen antiphlogistischen System geht dieses nicht an, aus zwey Ursachen, indem nach dieser Hypothese weder Lichterscheinung noch Verbrennen ohne Zutritt des Gas oxygene vor sich geht.

§. 225.

a) Allein wie läßt sich in dieser Voraussetzung der berühmte Versuch der Amsterdamer Chemiker erklären, welche ein Gemisch von Schwefel und Kupfer oder auch andern Metallen, im luftleeren Raume und in irrespirablen Gasarten, selbst unter Queckſilber und

Wasser, zum Entzünden oder doch zum Glühen gebracht haben? (Gren's Journal d. Physik, B. 8, S. 19 sqq.)

b) Bald darauf fanden diese Gelehrten, daß die Entzündung der bekannten Mischung aus Schwefel, Eisen und Wasser gleichfalls ohne Zutritt des Oxygene der Atmosphäre, d. h. in Atmosphären, welche kein Sauerstoff enthalten, entstehe. (Gren a. a. O. S. 284)

c) Endlich habe ich schon oben (§. 185) angeführt, daß Eisendraht unter geschmolzenem Glase roth glüht; daß eine glühende Glasmasse unter Wasser lange Zeit zu glühen fortfährt. Eben so die Eisenkügelchen. (§. 223 m)

d) Eben so bleiben die auf der Oberfläche erhärteten und abgekühlten Laven inwendig noch lange glühend, und brennen einen Stock an, mit dem man sie durchstößt.

Hier haben wir also mehrere Beyspiele vom Glühen, von Licht- und Wärmeentbindung ohne Sauerstoffgas.

§. 226.

Der Amsterdamer Versuch machte Sensation *). Wir Deutschen wiederholten ihn sogleich, nachdem wir durch Crell's Annalen von allen Umständen gehörig unterrichtet waren. Ich will von

*) Schon der berühmte Scheele kannte diese Erscheinung, und machte auch den Versuch. „Man sieht, sagt er (von Luft und Feuer §. 81. S. 113), beynahe „bey jedem Metalle, welches im Feuer mit Schwefel eine Vereinigung einge„hen kann, daß in eben dem Augenblicke, da solches geschieht, die Mischung „sich entzündet. Es entsteht aber auch eine dergleichen Erscheinung, wenn diese „Verbindung in verschlossenen Gefäßen unternommen wird. Ich mischte drey „Unzen reine Eisenfeile mit anderthalb Unzen fein gestoßenen Schwefel, und „that dieses in eine kleine gläserne Retorte, welche davon auf drey Viertel „gefüllt wurde; an dessen Hals band ich eine feuchtgemachte und von Luft aus„geleerte Blase und legte dann die Retorte nach und nach auf glühende Koh„len. Als sie am Boden zu glühen anfieng, wurde die Masse erstlich am „Rand glühend. Dieses schöne purpurrothe Licht gieng immer weiter, und „verlosch zuletzt wieder."

meinen Erfahrungen nichts melden. Pfaff und Lentin wiederholten ihn in Göttingen, Bertholet in Paris, einige Gelehrte in Turin, andere anderwärts. Man fand die Sache bestätiget, und das Hauptresultat war dieses, daß wenigstens ein Glühen *) ohne Daseyn von Sauerstoffgas Statt habe, daß also, wie ich ferner daraus schließe, beym Glühen und Leuchten der Körper das Licht nicht aus der umgebenden Luft, sondern aus dem glühenden und leuchtenden Körper selbst entspringe, ein Satz, welcher aus noch vielen andern Erfahrungen dieses Abschnittes hervorgeht und eigentlich des Amsterdamer Versuches gar nicht bedarf; denn man kann dieses Factum auf mancherley Art erklären.

„Wie leicht löset sich dieses Räthsel, sagt Gmelin (Götting. Journal der Naturwissensch. B. I. Heft 1, S. 66), „wenn man „annimmt, dieses Brennen komme von einem Theilchen Wasser, das „dem Schwefel so hartnäckig anhänge, daß es auch durch noch so „sorgfältiges Trocknen desselben nicht geschieden werden könne; dieses „Wasser werde zersetzt, also Lebensluft daraus geschieden, die nun „zur Entzündung diene?" Eben so dachte Richter. (Chem. Annalen 1794. B. 2. S. 291.)

Es scheint aber Gmelin seine Meynung geändert zu haben; denn in einer Abhandlung (Monita litem de Phlogisto spectantia. Commentationes Soc. Reg. scient. Gottingens. Vol. XIII. 1799. p. 57.) äußert er den Zweifel, ob wohl Schwefel so viel Feuchtigkeit an sich halten könne, um so viel Gas daraus zu liefern, da bekanntlich nach Bergmanns und anderer Chemiker Erfahrungen Schwefel gegen Wasser gar keine Anziehung äußere?

*) Ich bediene mich gefliſſentlich des Ausdruckes Glühen, nicht Brennen, wie andere, denn ich vermuthe, daß unter den obigen Umſtänden eigentlich ein Glühen des Schwefels mit Kupferfeile ſtatt habe: obwohl ſich auch eine augenblickliche Erſcheinung des Lichts einzufinden pflegt: das geſchieht in dem Augenblicke, da ſich der Schwefel mit dem Metall combinirt. Merkwürdig iſt dabey der Umſtand, daß nur reguliniſche Metalle, nicht aber Metalloxyde dieſe Lichterſcheinung geben — alſo lichtreiche Körper.

D. Wirkung des Lichtes im Brennpuncte.

§. 227.

Ich hatte im Verlauf dieser Abhandlung schon öfters Gelegenheit, Versuche mit dem Brennglase anzuführen; allein die lehrreichen physisch-chemischen Versuche, welche man damit veranstalten kann, verdienen einen besondern Abschnitt, um so mehr, da sie mir zur Bestimmung einiger Eigenschaften des Lichtes sehr lehrreich und überzeugend scheinen. Mein Apparat ist aus zwey Brennlinsen zusammengesetzt; das Hauptglas hält 13 pariser Zoll im Durchmesser, das Sammelglas 9 pariser Zoll; der gemeinschaftliche Brennpunct ist 12 Zoll von letzterm und 3 Fuß vom erstern entfernt. Die Fassung und das Fußgestell haben die nöthigen Vorrichtungen, um den Gläsern die Azimutal- und Verticalbewegung nach Belieben zu geben, und alle Versuche sehr bequem zu machen.

So eine Maschine ist für jedes physikalische Cabinet und chemisches Laboratorium ein unumgänglich nothwendiges Meubel, und es vertritt mir gar oft die Stelle eines chemischen Ofens; man arbeitet sich dabey viel bequemer; alle Veränderungen gehen da unter unsern Augen vor; das erzeugte Feuer wirkt viel kräftiger, reiner und schneller; man hat alle Grade von Temperatur in seiner Gewalt, und ich kenne dabey keine Unbequemlichkeit, als daß man nur in kleinen Portionen arbeiten muß.

Ganz anders verhält sich die Sache mit den Brennspiegeln. Diese taugen zu chemischen Operazionen schlechterdings nichts, indem sich der Arbeiter und Experimentator immer zwischen Sonne und Spiegel befinden soll, mithin einen großen Theil der Sonnenstrahlen hindert auf den Spiegel zu fallen; und wenn es doch bey manchen Versuchen angeht, so steht man immer in Gefahr den Spiegel zu beschädigen, wenn etwas von den Materialien darauf fällt, welches beynahe unvermeidlich ist.

Prieſtley ſah den Werth der Brennlinſen ſehr wohl ein, wie er ſich an mehr als einer Stelle äußert, und wir haben den merkwürdigen Verſuch vom 1ten Auguſt 1774, wo Prieſtley zum erſtenmal das Sauerſtoffgas aus den Metallkalken entwickelte, ſeiner ſchönen Brennlinſe zu verdanken. (Exper. and Observ. on Air. Vol. II. p. 34.)

§. 228.

Wenn man die ausnehmend großen Wirkungen der Trüdainſchen Brennlinſe, womit die Herren Akademiker von Paris ſo lehrreiche Verſuche gemacht haben (Macquer chem. Wörterbuch, Art. Brennglas), aufmerkſam betrachtet, ſo muß man nothwendig eingeſtehen, daß ſich hier die Sache ganz anders befindet, als in unſern Schmelzöfen. Allein es iſt überflüſſig, ſo eine rieſenmäßige Maſchine, welche nur wenigen zu Geboth ſteht, anzuwenden, um unſern Satz überzeugend darzuthun *).

1. Man wähle beym Ofen einer Glashütte einen Standpunct, wo das Thermometer gerade ſo hoch ſteigt, als es zu eben der Zeit, bey heitrer Luft den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt, ſteht, ſo daß die Ofenhitze und der Sonnenſchein gleiche Wirkungen auf das Thermometer hervorbringen. Um recht genau zu verfahren, muß man die Thermometerkugeln ſchwarz anſtreichen. Mit zwey Brennlinſen von gleicher Güte verſehen, ſammle man nun einerſeits die Sonnenſtrahlen, andrerſeits die leuchtende Ofenhitze, und richte die Brennpuncte auf die zwey Thermometerkugeln. Welch ein Unterſchied wird ſich hier zeigen! Das Thermometer beym Schmelzofen

*) Ein bemittelter und gelehrter Liebhaber der Phyſik und Chemie in meinem Vaterlande hat unlängſt eine Brennlinſe von anderthalb Fuß im Durchmeſſer mit unglaublichem Fleiße und beſtem Erfolge zu Stande gebracht, welche ſich von den gewöhnlichen weſentlich unterſcheidet. Sie wird in der Beſchreibung des meiner Direction übergebenen vortreflichen phyſikaliſchen Kabinetes, woran ich eben arbeite, einen Platz finden.

wird fallen; das in der Sonne wird schnell den höchsten Punct erreichen, durch seine Ausdehnung die Kugel sprengen, das Glas wird schmelzen, das Queckſilber ſich in Dämpfe zerſtreuen: woher dieſe auffallende Verſchiedenheit in den Wirkungen, wenn nicht in den Urſachen ein Unterſchied iſt?

Man wird ſagen: die Glühhitze des Ofens kann die Glaslinſe nicht durchdringen, weil Glas ein Nichtleiter der Wärme iſt; das Glas macht vielmehr eine Scheidewand zwiſchen Ofenhitze und Thermometer, und deswegen ſinkt das Thermometer.

Aber warum durchdringt denn Sonnenlicht das Glas, wenn es auch Feuer iſt?

Muß ich nicht daraus ſchließen, daß Feuer nicht Licht, und Licht nicht Feuer iſt? und daß das Glas zwar dem Lichte, aber nicht der Wärme, den Durchgang verſtattet?

§. 229.

2. Es bleibe bey obigem Verſuche alles übrige gleich, nur nehme man anſtatt Brenngläſern Brennſpiegel von Metall. Jezt wird das Queckſilber in beyden Thermometern ſteigen, d. h. in beyden ſehr auffallend ausgedehnt werden. Ein Brennſpiegel nämlich reflectirt und ſammelt Wärme ſo gut als Licht; ſelbſt dunkle Wärme concentrirt er ſo gut als das ſtrahlende Licht, wie ſich jedermann durch den Augenſchein leicht überzeugen kann, wenn er in den Brennpunct des einen paraboliſchen Spiegels eine erhitzte, nicht glühende eiſerne Kugel, und in den des gegenüberſtehenden Spiegels ein Thermometer aufhängt, ja bey jedem geheizten Ofen wird man dieſes mittelſt eines Concavſpiegels von Metall bemerken.

§. 230.

3. Es bleibe wieder alles wie zuvor; nur brauche man einen gläſernen Brennſpiegel anſtatt des obigen von Metall. Dieſer Spiegel ſoll aus einer planconvexen Glaslinſe, mit Belegung der erhabnen Rückſeite, verfertiget ſeyn.

Macht man mit solchen Spiegeln den obigen Versuch, so wird die Glühhitze des Ofens wieder eine sehr schwache Wirkung auf das Thermometer äußern; jenes in den Sonnenstrahlen aber wird brennen, schmelzen, und der Spiegel wie jedes Brennglas wirken.

Die Ursache läßt sich leicht angeben. So wie das Feuer des Schmelzofens (Licht und Wärme) auf die Vorderfläche dieses Brennspiegels fällt, wird es zerlegt: das Licht dringt durch das Glas, und wird von der belegten Rückwand des Spiegels reflectirt und concentrirt: die Wärme hingegen durchdringt das Glas nur sehr langsam; sie wird also größtentheils von der ebenen Vorderfläche reflectirt, aber nicht concentrirt; daher der Effect auf das Thermometer sehr schwach ist, um so mehr, da das Licht allein bey Schmelzofen zu unbeträchtlich ist, um eine beträchtliche Wirkung zu äußern.

Bey diesem Versuche geht also eine wahre Zersetzung des Feuers vor sich; der Glasspiegel (aus einer planconvexen Glaslinse verfertiget) wirft nur das Licht in convergirenden Strahlen zurück, nicht aber die Wärme.

Man gebe mir eine Erklärung von diesen Versuchen, in der Voraussetzung, daß Licht und Wärme eins, oder, Licht nur Wärme in höherm Grade, oder, Licht nur Modification der Wärme sey.

§. 231.

4. Wenn ich Wasser, Weingeist, und andere recht durchsichtige Flüssigkeiten in reinen Krystallgläsern dem Brennpunct meiner Brennlinse aussetze, so kann ich sie nicht zum Aufwallen bringen, ungeachtet sie über die Flamme einer Argand'schen Lampe gehalten, in wenigen Minuten sieden.

Bestreiche ich aber die Rückwand des Glases mit schwarzer Farbe, so werden die Flüssigkeiten auch im Brennpuncte aufwallen.

Daraus scheint sich der Schluß zu ergeben, daß die Lichtstrahlen für sich nicht Wärme erregen, sondern nur dann als Mit-

tel, Wärme hervorzubringen, dienen, wenn sie sich mit Körpern verbinden, welche den Wärmestoff schon in sich enthalten. Wenigstens ist aus diesem Versuche wieder so viel gewiß, daß die Lichtflamme der Lampe anders wirkt, als der Brennpunct der Linse.

§. 232.

5. Aus eben dieser Ursache wird die Luft im Brennpuncte gar nicht erwärmt, und man kann in eben dem Augenblicke, als man die Brennlinse verrückt, den Finger ohne Gefühl und Gefahr in die Stelle des Brennpunctes setzen *). Ganz anders verhält sich die Sache in der Ofenhitze, wovon Wedgwood einen lehrreichen Versuch anführt (Philosoph. Transact. 1792. P. II. p. 272.)

Er leitete durch eine rothglühende irdene Röhre, mittelst eines Blasbalges, einen Luftstrom durch: der erhitzte Luftstrom leuchtete nicht, war aber so heiß, daß ein Goldstreif dadurch rothglühend konnte gemacht werden.

Das Licht gieng also hier frey durch den Luftstrom, ohne dadurch gestört oder geleitet zu werden: die Wärme aber folgte dem Strome der Luft, so wie wir auf der Esse, mittelst eines Blasbalges, die erhitzte Luft auf Eisen u. dgl. hinleiten.

6. Eben so kann man sehr dünne und durchsichtige Glasblättchen im Brennpuncte nicht schmelzen; dickes Glas hingegen, so wie Topas, Rubin, Smaragd, schmelzen schon mit meiner Brennlinse.

Man wird sagen: alles dieses müsse so geschehen, weil durchsichtige Körper die Hitze der Sonnenstrahlen sehr leicht durchlassen; allein warum lassen sie denn die Hitze der Schmelzlampe nicht durch? Glas ist ja ein Nichtleiter der Wärme: wenn also Licht nichts weiter ist als Feuer, leuchtende Wärme, oder auch Wärme und

*) Ein Thermometer, nahe neben dem Brennpunct der Linse gehalten, steigt nicht merklich. Man muß aber das Thermometer von der Scala abnehmen, und nur die Kugel desselben einen Zoll weit vom Brennpuncte entfernen.

Licht zugleich, so soll es vom Glase aufgehalten werden, sich damit verbinden, und endlich schmelzen.

§. 232 a.

7. Ein anderer hierher gehöriger Versuch ist dieser: Man hänge ein Queckſilberthermometer mit freyer Kugel, bey heiterm Himmel, in die Sonne, und erwarte die Zeit, wo es zu steigen aufhört: dann lasse man den Schatten eines kleinen entfernten Körpers auf die Thermometerkugel fallen, so wird es nicht merklich fallen. Nun vermehre man die Wärme dadurch, daß man den Brennpunct eines Convexglases anfangs auf die freye, dann auf die beschattete Thermometerkugel richtet. In beyden Fällen wird die Temperaturerhöhung nicht viel betragen, da doch Bley und andere Körper in diesem Brennpuncte schmelzen.

Wäre die Kugel des Queckſilberthermometers nicht vollkommen ſpiegelnd und rein, oder gar schwarz angestrichen, so würde alles anders ausfallen; deswegen foderte ich, daß (§. 228. Nr. 1.) die Thermometerkugeln mit schwarzer Farbe angestrichen seyn sollten.

Aus diesem Versuche ergiebt sich, daß Thermometer, selbst im Sonnenschein, eigentlich die Temperatur der umgebenden Luft andeuten, als vollkommne Spiegel aber von den directen Sonnenstrahlen sehr wenig erwärmt werden.

§. 232. b.

Wenn man den Brennpunct auf ein dickes Stück Tannenholz, welches in einem geräumigen Gefäße unter Wasser liegt, so wird es inwendig verkohlt werden, ohne daß die äußere Oberfläche verbrennt oder auch nur merklich erhitzt wird.

Daß diese äußere Wärme den Siedpunct des Wassers nicht übersteigen kann, ist begreiflich; allein in einem geräumigen Gefäße wird es diesen Punct nie erreichen; und dennoch geht im Innern des Holzes, wohin die Feuchtigkeit nicht dringt, ein wahres Ver-

brennen vor: bewirkt a) durch die Lichtstrahlen — und b) durch die im Holze vorräthige, durch Licht frey gemachte Wärme.

Man nehme nun an, die Lichtstrahlen seyen für sich erwärmend: müßten sie dann nicht alle ihre Wärme an das leitende Wasser absetzen, wie es wirklich auf der Aussenfläche des Holzes geschieht? wie könnten sie dann im Innern noch eine Verkohlung bewirken?

Zeigt sich hier nicht offenbar, daß die Lichtstrahlen nicht unmittelbar erwärmen, sondern nur mittelbar, indem sie den im Holze vorhandenen Wärmestoff frey machen, Elasticität geben, entbinden? Diese Wirkung erstreckt sich dann tiefer ins Holz hinein; und da dieses ein schlechter Leiter der Wärme ist, so giebt es nur die auf der Aussenfläche erregte Wärme an das Wasser ab, die tiefer liegende hingegen bewirkt die Verkohlung. Dieser Versuch geht schon mit meiner Brennlinse von statten.

Wem eine zwey bis dreyschuhige Brennlinse von Tschirnhausen zu Befehl steht, der lege an die Stelle des Holzes eine dicke Masse von Glas, und er wird dann den Kern der massiven Glaskugel bis zum Rothglühen erhitzen können, ohne daß die äußere Kruste sich bis zum Siedpunct erhitzt, gerade so wie §. 185.

So ein Versuch müßte eben so instructiv als für den Satz überzeugend seyn, daß Licht nicht Wärme ist: daß Licht aus der Luft geschöpft wird: daß Licht dem Wärmestoff der Körper Expansivkraft giebt.

§. 233.

7. Es ist bekannt, daß man sich Brenngläser aus Eis verfertigen kann. Ich habe dazu zwey Segmente einer Kugel, welche einen rheinländischen Fuß im Durchschnitt halten, und mit Wasser gefüllt einen Focus von anderthalb Fuß geben. Sie sind dazu bestimmt, die Brechbarkeit verschiedener Flüssigkeiten zu untersuchen.

Werden diese genau auf einander passenden Glasschaalen mit reinem Wasser gefüllt und langsam in die Kälte gesetzt *), damit das Wasser allmälig gefriert, so erhalte ich eine Convexlinse von Eis, welche zwar nicht rein, nicht von Luftblasen frey, aber doch durchsichtig genug ist, um in heiteren Wintertagen Versuche zu machen.

Je reiner und durchsichtiger so eine Eislinse ist, desto länger hält sie aus, (bey übrigens gleicher Temperatur) ohne zu schmelzen. Nicht die auffallenden Sonnenstrahlen, sondern die Wärme der Atmosphäre bringt sie zum schmelzen. Fielen so viele Wärmestrahlen als Lichtstrahlen darauf, so würde sie nur wenige Minuten aushalten. Ganz durchsichtiges Eis ein sehr guter Leiter des Lichtes, der schlechteste Leiter der Wärme.

§. 234.

8. Eine wirksame Brennlinse gewährt noch viele andere Vortheile für den Experimentator.

Nur dadurch läßt sich das Verhalten brennbarer Körper in verschiedenen Gasarten, und bey erhöhtem Grade der Hitze, geschickt untersuchen.

Nur mittelst einer Brennlinse lassen sich die verschiedenen Wirkungen bestimmen, welche gleiche Temperatur-Erhöhungen mit dunkler und leuchtender Wärme hervorbringen.

Ich hatte mich entschlossen, eine eigene Reihe von Versuchen über diesen Punct zu machen, welchen ich schon oben berührt habe. Allein die äußerst schlechte Witterung des vergangenen Sommers und Herbstes machten es mir unmöglich, meinen Entschluß auszuführen, welches aber doch noch geschehen soll, wenn künftigen Sommer eine vortheilhaftere Witterung eintreten wird.

---

*) Wobey aber dem beym Gefrieren sich ausdehnenden Wasser eine Oefnung zum Ausweichen muß gelassen werden.

§. 235.

9. Ich bin überzeugt, daß das Licht beym Processe des Verglasens eine sehr wichtige Rolle spielt.

Einige Gläser entstehen schon in der Rothglühhitze;

Einige in der Weißglühhitze;

Einige erst in der höchsten Anhäufung des Lichtes durch Brennlinsen, oder durch den Luftstrom des Sauerstoffgases;

Einige widerstehen selbst dieser Hitze.

Wird in den Glashütten die leuchtende Hitze über einen gewissen Grad erhöhet, so fängt die Glasmasse an zu kochen, die geblasenen Gefäße werden blasig, es erhebt sich zugleich ein dicker Rauch, mit welchem die Glasmasse verfliegt. Dann ist man gezwungen, die Feuerung im Ofen zu vermindern.

Die Metallgläser weichen in mancher Rücksicht von den Gläsern anderer Körper ab, z. B. jene reagiren, diese aber nicht. Gehört so ein Metallglas unter die oxydirten oder desoxydirten Körper?

§. 236.

Da ich von den Wirkungen der Brennlinsen handle, so ist hier der schicklichste Ort, vom Stoße des Lichtes zu reden, welchen man im Brennpuncte wirksamer Linsen zu bemerken glaubt.

Homberg, welcher mit einem Tschirnhausenschen Brennglas von drey Fuß im Durchmesser so viele Versuche gemacht hat (Mem. de l'Acad Roy. de sc. 1702, 1706, 1707) bemerkte vielleicht zuerst, daß das geschmolzene Gold in eine Kreisbewegung versetzt wurde. Um sich zu überzeugen, daß dieß vom Stoße des auffallenden Lichtkegels herrühre, gab er einem Stück Amiant die Form und Anrichtung einer Magnetnadel, und sie wurde gleichfalls im Kreise herumgetrieben. Doch finde ich diesen Versuch von keinem französischen Akademiker nach der Hand wiederholt. (Hist. de Acad. de Paris 1708. p. 25.)

Uebrigens hat sich Macquer (chem. Wörterbuch, Art. Brennglas) durch viele andere Versuche von der obigen Kreisbewegung überzeugt. „Ich zweifle nicht, sagt er, (S. 738 übers. von Leonhardi 1788. Leipzig) daß nicht alle diejenigen, welche die Kraft „des Brennpunctes der großen Brenngläser auf eine große Anzahl „Körper von verschiedener Natur und in verschiedenen Verfassungen „mit Aufmerksamkeit beobachten werden, eine sehr merkliche, und „keiner andern Ursache, als dem Stoße der Sonnenstrahlen zuzu„schreibende Bewegung der Masse bemerken sollten, so wie wir sol„che oftmals in den dem Brennpunct ausgesetzten Körpern wahr„genommen haben."

Die Kreisbewegungen der fließenden Goldkügelchen;

Die nach den Umkreis zurückgetriebenen, verkalkten und verschlackten Materien geschmolzener Metalle;

Die Zerstreuung der in den Brennpunct gelegten feinen Pulver von Thon, Kohlen und andern Substanzen

betrachtet Macquer als eben so viele Beweise des Stoßes der Sonnenstrahlen.

Prieſtley führt in seiner Geschichte der Optik (übers. durch Klügel, S. 282) einen Versuch von Michell an, welcher ein Blättchen Kupfer in Bewegung gesetzt hat.

Hingegen haben du Fay und Mairan mit aller Mühe nie eine Anrichtung zuwegebringen können, welche in eine Kreisbewegung durch das verdichtete Licht konnte versetzt werden, sondern nur in eine unregelmäßig zitternde, welche sie von einem durch die Hitze entstandenen Luftstrome oder von einer andern Ursache herleiteten. (Mem. de l'Acad. Roy. de Paris 1747. p. 630)

Da es mit diesen Versuchen so mißlich aussieht, so verdienen die darauf gegründeten Berechnungen eines Prieſtley (Geschichte der Optik S. 283), Horsley (Philos. Transact. Vol. LX. p. 418) und anderer noch weniger Achtung.

§. 237.

Ein so äußerst feiner Stoff wie das Licht, welcher den Gesetzen der Schwere nicht unterworfen ist, von dessen Daseyn wir nur durch den delicatesten Sinn des Gesichtes überzeugt werden, kann auf Körper durch mechanischen Stoß keine Wirkung hervorbringen.

Hingegen können viele äußere Umstände so eine Bewegung verursachen. Hieher rechne ich den durch Erwärmung bewirkten Luftzug, das stille Aufwallen des in Fluß gebrachten Metalles, die ungleiche Erwärmung der ganzen Masse, und daraus erfolgte Anziehung der Flüssigkeit gegen den kältern Theil.

Man erinnere sich endlich an die odoroscopischen Wirkungen warmer, kalter, riechender und geruchloser Substanzen, worüber man seit einiger Zeit viel geschrieben hat.

(Prevost, über die Ausflüsse riechender Körper ꝛc. Gren neues Journ. der Physik B. IV. 242. und Scherer, allg. Journ. der Chemie B. I. 143.)

(Wilson, über die Bewegung brennender Dochte, Gilberts Ann. der Physik B. III. 447.)

(Mem. de l'Instit. National. an 5, V. II, p. 214.)

Noch seltsamer wird der Gedanke scheinen, welchen Prevost in obgenannter Schrift (Scherers allg. Journ. d. Chemie B. I. 150 sqq.) äußert, aus der scheinbar bewirkten Bewegung das Gewicht des Lichtes zu bestimmen.

§. 238.

Ein anderes sehr lehrreiches Phänomen, welches uns die Brennlinse liefert, ist der auffallende Unterschied beym Schmelzen im Brennpuncte und im Ofen.

Betrachtet man das heftige Feuer in den Schmelzöfen der Glashütten, der Gießereyen u. dgl., so sollte man erwarten, dieser

Hitze könne nichts widerstehen. Und dennoch ist die Wirkung dieses Feuers sehr gering in Vergleichung eines Tschirnhausenschen Brennglases. Viele Substanzen widerstehen auch der heftigsten Ofenhitze, welche im Brennpuncte der Linse sehr bald zerstört werden.

Worin liegt wohl der Grund dieses Unterschiedes? Vermuthlich darin, daß im Schmelzofen die Wärme nur von aussen auf den Körper wirkt, im Brennpuncte aber das Sonnenlicht die im Körper selbst verborgene Wärme in Thätigkeit setzt.

Allerdings ist auch der Schmelzofen ganz mit strahlender Wärme, mit Licht angefüllt, und dieses Licht kann gleichfalls auf das zu schmelzende Material wirken; es wirkt auch in der That, und ohne dieses Licht würde der Wärmestoff allein nie den erwünschten Effect hervorbringen; allein dieses Licht im Schmelzofen ist bey weitem nicht so concentrirt, wie jenes im Brennpuncte. Daher also kömmt die so ungleiche Wirkung.

§. 239.

Wollte man den möglichhöchsten Grad von Hitze erhalten, so müßte man eine Combination von drey Substanzen zugleich veranstalten: nämlich Brennlinse, Sauerstoffgas, Wasserstoffgas.

Das Verbrennen der zwey Gasarten geschieht mittelst zweyer Ehrmannischen Lampen, deren Mündungen beynahe horizontal, doch etwas abwärts geneigt liegen, damit die Flamme auf den zu untersuchenden Körper hinströmt, auf welchen zu gleicher Zeit der Focus der Brennlinse fällt.

Ich habe diese Anrichtung bereits vor zehn Jahren ausgeführt, da ich aber hier vom Lichte und nicht von der Wärme handle, so will ich nichts weiter davon melden.

§. 240.

In Gren's neuem Journal der Physik (B. II. S. 502-505.) werden Naturforscher, welche mit einem wirksamen Brennglase ver-

lehen sind, aufgefodert, zu untersuchen, ob die Sonnenstrahlen ganz reines Stickstoff=, Wasserstoff=, Kohlenstoffgas ꝛc. erwärmen können.

Was das Resultat solcher Versuche seyn wird, kann man im Allgemeinen aus §. 232 schließen; dann tritt aber auch noch der Umstand ein, daß unvermeidlich auch der Recipient, in welchem sich das Gas befindet, erwärmt wird, was hier nicht seyn soll.

Das ganze Project ist beym Schreibtische, aber nicht im physikalischen Cabinet entworfen worden: die Ausführung würde unnütze Bemühung seyn.

Uebersicht des vierten Abschnittes.

§. 241.

Aus den mannigfaltigen Gegenständen dieses Abschnittes gehen nun wiederum mehrere Wahrheiten, mehrere Eigenschaften des Lichtes hervor.

Die natürlichen Phosphorn (§. 167=169) überzeugen uns, daß es Körper gebe, welche in sich selbst eine Quelle von Licht besitzen; die Lichtsauger hingegen (§. 170=74), daß manche Körper vor andern geschickt sind, das Sonnenlicht an sich zu ziehen, und es auch wieder abzugeben. Die Lichtmagnete endlich (§. 175=179) liefern eine dritte Klasse von Körpern, welche beyde Eigenschaften zugleich besitzen, indem sie im Dunkeln sowohl das von der Sonne entlehnte, als das durch Calcination früher erhaltene Licht auszustoßen.

Die durch Erhitzen und Reiben leuchtende Körper beweisen, daß es beynahe keinen Körper giebt, welcher nicht von seinem Entstehen an schon eine Portion Licht in sich enthalte: daß dieses Licht durch Erhitzen aus den Körpern kann getrieben werden, und daß auch ohne Sauerstoffgas ein Glühen und Leuchten möglich sey. Der Kunkel'sche Phosphor und das faule Holz bekräftigen dieses noch mehr.

Aus allen Erscheinungen der verschiedenen im Dunkeln leuchtenden Körper scheint also der Satz überzeugend dargethan zu seyn:

„Die Quelle des Lichtes beym Leuchten der Körper sey nicht „ausschließlich im Sauerstoffgas zu suchen."

„In den wenigsten Fällen des Leuchtens komme das Licht „aus der umgebenden Luft."

„Alle Körper, welche zum Leuchten geschickt sind, liefern dieses „Licht entweder aus sich selbst, oder haben es kurz zuvor „aus der Sonne eingesogen."

Diesen Hauptsatz beweisen ferner die Selbstentzündungen, vorzüglich im oxygenirten salzsauren Dunst (§. 210-215); das Glühen unter Wasser, Glas, in irrespirablen Gasarten (§. 225).

„Also Licht allgemein verbreitet; mit den Körpern mannichfal„tig verbunden; bald leicht adhärirend, bald näher verei„nigt; bald nur durch völlige Zersetzung von ihnen trennbar."

„Keine Substanz ärmer an Licht als das Sauer„stoffgas (§. 232)."

§. 242.

Die Erscheinungen der Glühhitze und des Brennpunctes leiten uns auf einen andern nicht minder wichtigen Satz, welchen ich noch besonders abzuhandeln gedenke, daß nämlich

Licht und Wärme zwey ganz verschiedene Stoffe sind.

Die Versuche §. 228-234. 238. berechtigen uns schon jetzt zu diesem Schlusse; es giebt aber noch andere Beweise dafür.

§. 243.

Endlich scheinen die §. 217-224 angeführten Versuche von der Glühhitze im Allgemeinen den Satz wieder zu bestätigen, welchen ich schon oben (§. 162) aufgestellt und durch eine lange Induction erwiesen habe, daß Licht und Säureprincip zwey ganz verschiedene Dinge sind.

Nicht minder den Satz, daß Licht- und Wärmestoff zweyerley Stoffe sind.

Allein es liegt unter jenen, meines Erachtens viel bedeutenden Versuchen, noch eine andere Eigenschaft des Lichtes verborgen, von welcher ich erst am Schlusse meiner Abhandlung reden kann, wo dann auch der Wärmestoff muß in Betrachtung gezogen werden.

Licht und Wärme haben so eine enge gegenseitige Beziehung, daß es beynahe unmöglich ist, die Natur und die Eigenschaften des einen zu bestimmen, ohne gezwungen zu seyn, dasselbe von dem andern zu thun. Dadurch wird aber auch diese Frage sehr weit umfassend und verwickelt; sie macht den wichtigsten und weitschichtigsten Theil der ganzen theoretischen Chemie aus.

Die Theorie des Verbrennens, welche aber ausser der Sphäre gegenwärtiger Abhandlung liegt, erhält aus obigen Versuchen gleichfalls viel Aufklärung. Unmöglich können sich die Körper beym Verbrennen bloß passiv halten, sondern es muß bey jedem Verbrennungsproceß eine Wechselwirkung statt finden, sonst ließ sich gar kein Grund angeben, warum nicht alle Körper bey gleicher Temperatur, und mit derselben Leichtigkeit verbrennen.

Man sagt gewöhnlich: Feuer ist das Product der chemischen Verbindung des Licht- und Wärmestoffes. Besser ist der Ausdruck: Feuer ist gleichzeitige Erscheinung des Licht- und Wärmestoffes. Denn wenn sich zwey Körper durch ihre Affinität mit einander vereinigen, so kömmt ein neues Product hervor, in welchem sich weder die Eigenschaften des einen, noch des andern unverändert zeigen. Im Feuer hingegen sind die Eigenschaften des Lichtes sowohl als des Wärmestoffes unverändert geblieben.

Fünfter Abschnitt.

Zerlegung des Lichtes. Farbenbildung.

§. 244.

Wer sollte nicht denken, daß Licht, diese so feine, keinem unserer Sinne, außer dem Auge fühlbare Substanz, sey einfach und unzerlegbar? und dennoch sagen uns die Erscheinungen des prismatischen Farbenbildes, daß es zerlegbar, daß es sogar aus mehreren Bestandtheilen zusammengesetzt sey. Wer sollte sich, nach dieser Erfahrung, noch getrauen, die Metalle, und so viele andere, ohne Vergleich gröbere Substanzen als das Licht ist, einfach und unzerlegbar zu nennen? Die Zahl der einfachen Körper in der Chemie vermehren, scheint mir nichts anders, als neue Beweise unseres Unvermögens und unserer beschränkten Kenntnisse aufstellen. Wenn Licht und Wärmestoff im strengsten Sinne nicht einfach sind, wer wollte dieses von Metallen und Erden noch vermuthen?

Nachdem ich bisher von den Wirkungen des Lichtes auf die Körper der drey Naturreiche überhaupt geredet habe, so will ich nun insbesondere die Lichterscheinungen des Prisma, der Electricität und der Voltaischen Säule betrachten, um wo möglich neue Eigenschaften des Lichtes zu entdecken und ihre Wirkungen zu bestimmen.

A. Prismatische Farben.

§. 245.

Die erste Frage ist: wie viel giebt es unzerlegbare, prismatische Farben im Lichtstrahle?

Im Grunde unzählbare, antwortet Newton; nach dem Urtheil unserer unvollkommenen Sinneswerkzeuge aber vorzüglich sieben.

Es scheint mir, als hätte die Analogie mit den sieben Haupttönen in der Musik nebst den unzählbar möglichen Zwischentönen auf Newtons Behauptung einigen Einfluß gehabt. Für Euler wenigstens war dieses die erwünschteste Harmonie.

Newtons Ansehen und die bey prismatischen Versuchen vorkommenden Schwierigkeiten waren vermuthlich die Ursache, daß man sich lange an diese sieben Grundfarben erhielt.

Tobias Mayr nahm keinen Anstand, die obige Zahl beträchtlich zu vermindern, und die Grundfarben auf drey (roth, gelb, blau) zu reduciren. (de affinitate colorum commentatio, 18 Nov. 1758 lecta. Tob. Mayeri Opera inedita, Vol. I.). Allein man schloß schon beym Verlesen dieser Abhandlung, sagt Kästner, daß Mayer von Pigmenten und nicht von den Farben des Prisma rede.

Späterhin trat Wünsch auf (Versuche u. Beob. über die Farben des Lichtes, Leipzig 1792) und behauptete gleichfalls, es gäbe nicht mehr als drey einfache Grundfarben, als Roth, Grün und Veilchenblau: er unterstützte auch seine Behauptung mit sinnreichen Versuchen.

Andere, und unter diese gehörte anfangs selbst Wünsch, wählen den Mittelweg, und nehmen fünf unzerlegbare Faben an.

§. 246.

Man wird es nicht von mir fodern, daß ich hier diese Frage durch eine Reihe neuer Versuche entscheide. Es wäre dieses Stoff genug zu einer eignen Preisfrage. Wahrscheinlich liegt auch hier die Wahrheit zwischen den zwey Extremen von Newton und Wünsch. Endlich da es im Allgemeinen zuverläßig entschieden ist, daß das Sonnenlicht, so wie es frey auf unsere Prismen fällt, in mehrere verschieden gefärbte Strahlen kann zerlegt werden, so läßt sich auch die Natur des Lichtes samt seinen Eigenschaften bestimmen, ohne eben alle prismatische Farben aufzuzählen. Mir genügt es also hier, einige Bemerkungen zu machen, welche zu einer künftigen Entscheidung dieser Frage dienen können.

§. 247.

a) Aus der Natur der Sache fließt, daß der rothe und der violette Strahl einfach ſind, indem ſie die Gränzen des prismatiſchen Farbenbildes ausmachen.

Die erſte Urſache der Farbenerzeugung durch das Prisma iſt die verſchiedene Brechbarkeit der heterogenen Stralen; die zweyte iſt die verſchiedene Wirkung auf unſer Sehorgan.

Die Folge der verſchiedenen Brechbarkeit iſt die Verlängerung des gebrochenen Lichtbündels auf der entgegengeſetzten Wand.

Die Folge des verſchiedenen Reizes auf unſer Auge iſt verſchiedene Senſation, nnd dann verſchiedene Benennung des Reizmittels.

Wären alle Lichtſtrahlen gleich brechbar, ſo müßte ein auf das Prisma fallender Lichtcylinder auf der Rückwand ein rundes Sonnenbild geben, wenn anders die Fläche der Wand auf die Richtung der Strahlen ſenkrecht geſtellt iſt. Erhält man aber unter dieſen Umſtänden ein länglichtes, gefärbtes Bild, ſo muß man mit Newton ſchließen, die Beſtandtheile des einfallenden Lichtcylinders ſeyen verſchieden brechbar, und zwar diejenigen am meiſten brechbar, welche am weiteſten von ihrer Richtung abgelenkt werden. Woraus denn auch folgt, daß die an beyden Gränzen liegenden Strahlen wahrhaft einfach ſind, indem ſie nicht weiter gebrochen werden, auch auf einer Seite, eben darum, weil ſie an den Gränzen liegen, mit keinem anderen vermiſcht ſind.

Roth und Violet ſind alſo einfache, urſprüngliche, unzerlegbare Lichtſtrahlen. Dieß nehmen auch alle an.

§. 248.

Was ſoll man aber von den dazwiſchen liegenden halten?

b) Es iſt ganz und gar nicht wahrſcheinlich, daß zwiſchen den zwey Extremen nur noch eine einzige Zwiſchenfarbe liegen ſoll, z. B. Grün.

Mißt man, mit Beobachtung aller Nebenumſtände, die Breite und Länge des prismatiſchen Farbenbildes, ſo wird man das Verhältniß ziemlich genau wie 1:5 finden, d. h. es iſt fünfmal länger als breit. Dieſer unbedeutendſcheinende Umſtand brachte mich zuerſt auf den Gedanken, ob es nicht etwa fünf prismatiſche Farben gebe. Newton, deſſen Genauigkeit in ſolchen Verſuchen immer als Muſter kann aufgeſtellt werden, fand die Breite des Bildes von einer Seitenlinie zur andern $2\frac{3}{8}$ Zoll $= 2{,}375$; die Länge aber 13 Zoll, welches nur um $\frac{1737}{100000}$ mehr als das Fünffache der Breite iſt.

c) Nun betrachtete ich ferner die Brechungsſinus der Farbenſtrahlen aus Glas in Luft, welche nach Newton ſind:

$$77,\ 77\tfrac{1}{8},\ 77\tfrac{1}{5},\ 77\tfrac{1}{3},\ 77\tfrac{1}{2},\ 77\tfrac{2}{3},\ 77\tfrac{7}{9},\ 78.$$

Roth. Orange. Gelb. Grün. Blau. Ind. Violet.

Es fällt jedem ſogleich in die Augen, daß dieſes eigentlich die Zahlen der weichen muſikaliſchen Tonleiter ſind. Dieſe äußerſt frappante Uebereinſtimmung zweyer himmelweit unterſchiedenen Phänomene mußte wenigſtens Aufmerkſamkeit, wo nicht Mißtrauen, erregen.

Nehme ich nur fünf Farben an, und ſetze ich die Intervallen alle gleich groß, ſo erhalte ich:

$$77,\ 77\tfrac{1}{5},\ 77\tfrac{2}{5},\ 77\tfrac{3}{5},\ 77\tfrac{4}{5},\ 78.$$

Roth. Gelb. Grün. Blau. Violet.

d) Es giebt zwey entſcheidende Verſuche (experimenta crucis), die, wenn ſie ſich vollkommen genau darſtellen ließen, für die eine oder für die andere Parthey den Ausſpruch machen würden. Den einen beſchreibt Newton in ſeiner Optik. (Libr. I. Part. I. Exper. XL.)

Man fängt nämlich den ins finſtere Zimmer gelaſſenen Strahl 10 bis 12 Fuß vom Fenſter mit einem Linſenglas auf, ſtellt gleich hinter daſſelbe das Prisma, und ſucht für die Auffangsfläche den ſchicklichſten Platz, wo ſich die Farben am deutlichſten zeigen. Dieſe werden nun nicht mehr vermiſcht, ſondern ganz von einander getrennt, in kleinen Kreiſen auf dem Papier entworfen. Man kann das ganze

Verfahren bey Newton nachleſen. Sieht man nun hier ſieben von einander ganz getremte, in ihren Farben zerſchiedene Kreiſe, ſo hat Newton Recht. Allein ich muß geſtehen, daß mir dieſer Verſuch nie geglückt hat, und ich ſehe aus Nollets Experimentalphyſik, daß ich nicht der Einzige bin, welcher dieſes Schickſal hatte. Obwohl Nollet verſichert, den Verſuch allemal mit Zufriedenheit, ganz nach Newtons Angabe, veranſtaltet zu haben.

e) Ein zweyter noch mehr entſcheidender Verſuch iſt dieſer, daß man jeden einzelnen Strahl durch ein zweytes Prisma bricht, und zuſieht, ob er ein länglichtes Bild, und alſo auch mehrere Farben zeigt, oder ob er ſich rund und nur mit einer einzigen Farbe darſtellt. Dieſer Verſuch hat aber noch mehr Schwierigkeiten als der vorhergehende, und man wird außer den rothen, grünen und violetten Strahlen ſchwerlich mit einem andern genugthuend reuſſiren.

f) Geſetzt nun, man läßt den orangegefärbten Strahl durchgehen, und er entwerfe ſich auf der Rückwand etwas oblong, ſo betrachte man nur die Extremitäten des Bildes; denn dieſe Gränzlinien müſſen wieder ein unzerlegbares Licht enthalten, wie ich im vorigen Paragraph von den Gränzlinien des ganzen Farbenbildes geſagt habe. Sind nun in dieſem Falle die äußerſten Farben des Bildes roth und gelb, ſo iſt dieſes ein Beweis, daß Orange aus Roth und Gelb zuſammengeſetzt iſt.

Eben dieſes gilt auf der andern Seite vom indigblauen Strahle, welcher vermuthlich aus hellblau und violet beſteht.

Allein ſo lang hier nicht entſcheidende Verſuche aufgebracht werden, mag Newton immer Recht haben.

Die vorjährige ſchlechte Witterung hat mich von vielen Verſuchen zurückgehalten, welche für dieſes Jahr beſtimmt ſind, wozu auch dieſe optiſchen gehören, um ſo mehr, da ich, meinem Berufe gemäß, mit künftigen May die Vorleſungen aus der Optik begin-

nen muß. Einstweilen halte ich mich für berechtiget, wenigstens fünf ursprüngliche Farben anzunehmen.

§. 249.

Die Ablenkung der Lichtstrahlen von ihrer Richtung beym Durchgang durch verschiedene Mittel, ist ein Beweis, daß durchsichtige Körper und Licht gegenseitig auf einander wirken.

Die verschiedene Brechbarkeit der Strahlen in einem und demselben Mittel, unter gleichen Umständen, ist ein Beweis, daß nicht alle Strahlen des prismatischen Farbenbildes auf gleiche Weise afficirt werden.

Die größere oder kleinere Brechbarkeit eines ursprünglich homogenen Strahles nach Verschiedenheit der Mittel, ist ein Beweis, daß nicht alle Körper auf gleiche Art auf das Licht wirken.

Das Brechungsgesetz, vermöge dessen sich der Strahl gegen das Einfallsloth hinneigt, wenn er aus einem dünnern in ein dichteres Mittel fährt, ist ein Beweis der gegenseitigen Attraction und der dadurch vermehrten Geschwindigkeit beym Eingang.

Alle diese bekannte Erfahrungen sind eben so viele Beweise, daß zwischen Licht und Materie der Körper nicht blos mechanische Bewegungsgesetze, sondern eigentlich chemische Wirkungen statt haben.

§. 250.

Wenn wir daher sehen, daß Körper, auf welche unzerlegtes, weißes Sonnenlicht fällt, dennoch nur mit einer gewissen Farbe uns erscheinen, so sind wir berechtiget, zu schließen, daß diese Körper den größten Theil der Lichtstrahlen verschlucken, einsaugen, an sich halten, und nur diejenigen zurückstrahlen, welche die bestimmte Farbe geben. Dieser Satz läßt sich auch so ausdrücken: Farbige Körper haben Verwandtschaft zu allen Lichtstrahlen, nur diejenigen ausgenommen, welche mit ihrer Farbe gleichnamig sind.

Folgen dieses Satzes sind:

a) Ein Körper von bestimmter Farbe kann nur dann in seiner vollkommnen Schönheit und Deutlichkeit erscheinen, wenn der gleichnamiggefärbte Lichtstrahl auf ihn fällt.

b) Eben dieser Körper von einem homogenen, aber ungleichnamiggefärbten Lichtstrahl beleuchtet, muß dunkel erscheinen.

Beyde Sätze lassen sich durch Versuche beweisen, und stimmen mit der Erfahrung vollkommen überein, wenn man, mit gehöriger Vorsicht, prismatisches Licht auf verschiedene Pigmente im dunklen Zimmer fallen läßt. Bedient man sich hingegen statt des Prisma, nur gefärbter Gläser, so werden die Resultate mehr oder weniger abweichen, weil es beynahe unmöglich ist, so gute Gläser zu erhalten, als dazu erfodert würden. Dadurch entstehen tausend Modificationen und Mischungen des Lichtes, von welchen es schwer hält, sogleich Rechenschaft zu geben.

§. 251.

Die so mannigfaltigen Verhältnisse des Lichtes gegen die Körper, welche wir aus den Gesetzen der Refraction, Reflexion und Absorption erkennen, geben Aufschluß über die abwechselnde und gar sehr verschiedene Farbe der Flamme brennender Körper, über das Farbenspiel leuchtender Körper, z. B. der Phosphore; und glühender, z. B. der Metalle.

Das Rothglühen der Metalle fodert keinen so hohen Grad der Hitze wie das Weißglühen: im ersten Falle wird nur rothes, zulezt alles Licht ausgetrieben, das heißt, Licht von allen ursprünglichen Farben, daher weißlichte oder hellere Farbe.

Die Flamme einer brennenden Kerze ist am untersten Theil, wo die geringste Wärme sich vorfindet, blau; an der Spitze, wo die höchste Erhitzung statt hat, weißlicht.

Beynahe alle Körper, welche in atmosphärischer Luft mit gefärbter Flamme brennen, geben in Sauerstoffgas abgebrannt ein

hell blendendes Licht, weil die Zerſetzung ſehr ſchnell vor ſich geht.

Wenn man mit der Brennlinſe operirt, und zur Unterlage der Körper eine Kohle wählt, ſo iſt das Licht im Focus für das ungeſchützte Auge unerträglich, weswegen ich mich bey ſolchen Verſuchen allemal grüner Augengläſer bediene.

Eben dieſes iſt der Fall bey der Schmelzlampe mit Sauerſtoffgas.

Man kann überhaupt bey demſelben Körper Flamme von verſchiedener Farbe, vom Violet bis zum Weißen erhalten, je nachdem man den Grad der Hitze und die Zerſetzung beſchleuniget. Morgan hat dieſes in einem eigenen Aufſatze erwieſen, auf welchen ich mich Kürze wegen berufen kann (Philos. Transact. Vol. LXXV. P. I. p. 190 sqq.), und woraus ich folgenden Satz als eine natürliche Folge ziehe: daß nämlich nicht alle Lichtſtrahlen in gleich enge Verbindung mit verbrennlichen Körpern treten, und daß bey Zerſetzung dieſer Körper durch Hitze diejenigen zuerſt entweichen, welche am mindeſten gebunden waren, oder welche den geringſten Grad von Hitze erfahren.

Was man dieſer Meynung entgegenſetzen könnte, iſt der Umſtand, daß gerade die violeten und blauen Farben am erſten entweichen, welche doch vermöge der Geſetze der Brechung am ſtärkſten von den Körpern angezogen werden.

Allein dieſe Schwierigkeit iſt nur ſcheinbar und fällt durch reifes Nachdenken von ſelbſt weg.

Eben daraus, daß violete Strahlen am ſtärkſten gebrochen, oder von ihrer Richtung abgelenkt werden, muß ich ſchließen, daß ſie der von auſſen auf ſie wirkenden Kraft den geringſten Widerſtand leiſten, mithin am willigſten eine Verbindung mit den Körpern eingehen; aber eben deswegen iſt dieſe Verbindung nicht ſo innigſt wie bey den rothen Strahlen, welche eine gröſſere Anziehungskraft fodern, alſo auch ſtärker an den Körper gehalten werden.

§. 252.

Da das Licht, wie ich durch alle Abſchnitte meiner Abhandlung überzeugend dargethan habe, mächtig auf die Körper wirkt, wenn es mit denſelben eine Verbindung eingeht, ſo entſteht hier eine andere wichtige Frage: „wirken wohl alle Lichtſtrahlen des prismatiſchen Farbenbildes auf gleiche Art? oder hat jeder urſprüngliche „Lichtſtrahl in dieſer Rückſicht beſondere Eigenſchaften; und woher „rührt dieſe Verſchiedenheit?“

Daß jeder Strahl des durch das Prisma zerlegten Lichtes ſeine Eigenheiten habe, läßt ſich ſchon aus der verſchiedenen Brechbarkeit derſelben ſchließen, da dieſe nichts anders als eine Folge der verſchiedenen gegenſeitigen Verwandtſchaft zwiſchen Licht und Körper iſt.

Die Größe des Effectes wird alſo erſtens von dem nähern oder entferntern Verwandtſchaftsgrade des Strahles zu einem gegebenen Körper abhängen.

Da wir ferner bey vielen Erſcheinungen ſahen, daß der Effect gar ſehr von der Stärke der Beleuchtung abhängt, ſo wird zweytens die Größe des Effectes auch nach dem Grade der Beleuchtung verſchieden ſeyn.

§. 253.

Was wir nun von der verſchiedenen Wirkung der prismatiſchen Strahlen aus Erfahrung wiſſen, beſteht kürzlich darin.

a) Violete Strahlen haben die geringſte, rothe aber die ſtärkſte Kraft, Wärme in den Körpern zu erregen.

Man kann dieſen Satz auf zweyerley Art durch Verſuche erweiſen; beyde fodern viele Behutſamkeit, um ſich vor Trugſchlüſſen zu verwahren. Das Prisma und das Brennglas ſind die zwey Werkzeuge, welche dazu dienen.

Prisma. Man hänge ein Thermometer, deſſen Scala auf der Glasröhre ſelbſt angebracht, und deſſen Kuyel ganz frey iſt,

(also ohne messingne, hölzerne oder gläserne Scala) so an einem Stativ auf, daß es frey in der Luft schwebt, ohne mit irgend einem Körper in Berührung zu kommen, und lasse dann in einem finstern Zimmer die prismatische Farbe der Ordnung nach auf die Thermometerkugel fallen, so wird man bemerken, daß es in gleichen Zeitunterschieden in den rothen Strahlen höher steigt als in den violeten *).

Der Versuch wird noch besser ausfallen und auch mehr Genauigkeit erhalten, wenn man die Thermometerkugel schwarz anstreicht.

Nimmt man keine Rücksicht auf die Zeit, sondern läßt jeden einzelnen Strahl so lang auf das Thermometer wirken, bis es zu steigen aufhört, so wird sich gleichfalls ergeben, daß es in den blauen Strahlen nie den Grad der Wärme erreicht, wie in den rothen. Aber die Verhältnisse werden jezt anders ausfallen als zuvor.

Ist das Prisma von Flintglas, und wird es so gestellt, daß es die größte Farbenzerstreuung bewirkt, so wird sich die Erwärmungskraft der mittlern blauen, grünen, gelben und rothen Strahlen ohngefähr verhalten, wie 1, 4, 9, 16, oder wie die Quadraten der Ordinaten einer Apollonischen Parabel. Welches John Leslie (Gilberts Annalen der Physik, B. X. S. 93.) zuerst bestimmt hat.

Allein daß dieses dem Schein nach schöne Gesetz nicht in der Natur des Farbenlichtes, sondern nur in äußern zufälligen Umständen seinen Grund hat, erhellt daraus, daß es sich nach Beschaffenheit der Prismen ändert: und dann wurde auch noch der Umstand übersehen, daß nicht alle prismatischen Farben gleich stark zerstreut werden, und deswegen auf der Rückwand nicht gleichen

*) Daß zu diesen Versuchen ein durchlöcherter Lichtschirm erfodert werde, um alle übrigen prismatischen Strahlen aufzufangen, und nur einen bestimmten auf das Thermometer wirken zu lassen, brauche ich wohl nicht zu erinnern.

Raum einnehmen. Die rothen ſind immer etwas mehr zuſammengedrängt als die blauen, daher ich bey der allgemeinen Angabe ſtehen bleibe, ohne für die einzelne Farbenreihe ein Verhältniß in Zahlen anzugeben.

§. 254.

Brennglas. Keine Converlinſe giebt einen einfachen Focus, theils wegen der verſchiedenen Brechbarkeit der Strahlen, theils wegen der ſphäriſchen Geſtalt des Glaſes. Bey etwas beträchtlichen Brennlinſen beträgt dieſer Brennraum zwiſchen den blauen und rothen Strahlen mehrere Zolle. Will man nun obigen Satz im Allgemeinen durch einen Verſuch erläutern, ſo braucht man nur eine hölzerne Latte jezt in den Sammlungsort der blauen, und dann in jenen der rothen Strahlen zu halten, und es wird ſich ſogleich ein merklicher Unterſchied der Erhitzung zeigen, d. h. im Focus der rothen Strahlen wird das Holz geſchwinder mit Flamme auflodern, als im Focus der blauen.

Daraus muß man aber nicht ſchließen, daß der Brennraum der rothen Strahlen die ſchicklichſte Stelle ſey, um die größte Hitze zu erzeugen; dieſer Punct liegt zwiſchen beyden Extremen, doch nicht genau in der Mitte, wie die Theorie lehrt und der Augenſchein zeigt.

Will man etwas genauer verfahren, ſo bedecke man die mittlere Fläche des Brennglaſes mit einer genau anliegenden Pappe, ſo daß am Rande ringsherum nur ein Kreis von einem Zoll breit frey bleibt; dann kann man den Unterſchied der Erwärmung zwiſchen blauen und rothen Strahlen auch durch das Thermometer beſtimmen.

§. 255.

Gleichwie der violete Strahl der ſchwächſte iſt, um Wärme in den Körpern zu erregen, ſo iſt er auch der ſchlechteſte zum Beleuchten. Nach Herſchels Verſuchen beſitzt

der hellgelbe Strahl die größte, der violete Strahl die geringſte Beleuchtungskraft (Philos. Transact. 1800. p. 268). Der grüne kömmt dem gelben ſehr nahe; dann der orange, rothe, blaue, indigo, violete. Die Erleuchtungsfähigkeit ſteht alſo weder mit der Brechbarkeit noch mit der Reflexibilität in einem Verhältniſſe, da hingegen nach Herſchel (a. a. O.) die Erwärmungsfähigkeit ſich beynahe verkehrt wie die Brechbarkeit verhält.

§. 256.

Wenn wir nun ſehen, daß die blauen Strahlen nichts deſto weniger die ſtärkſten Veränderungen in den Körpern hervorbringen, ſo muß dieſes wohl von einer chemiſchen Affinität herrühren.

a) Hornſilber (§. 132) wird durch violete Strahlen viel früher ſchwarz, als durch jeden andern. (Scheele von Feuer und Luft, §. 66. S. 76.)

b) Pflanzen, welche im violeten Lichte aufwachſen, erhielten grüne Blätter, ja dieſe Farbe nahm mit ihrem Alter zu, und wurde beynahe mehr dunkelgrün, als ſie bey Pflanzen in freyer Luft zu ſeyn pflegt. Hingegen Pflanzen im gelben Lichte kommen zwar grün zum Vorſchein, vergilbten aber bald, ungeachtet gelbe Strahlen am meiſten beleuchten. (Senebier, über den Einfluß des Sonnenlichtes. B. II. S. 32.)

c) Die auffallendſte Wirkung würde wohl die ſeyn, welche Ritter (Gilberts Annalen, B. XII. S. 410) verſichert gemacht zu haben:

> Die Reduction des ſalzſauren Silbers fängt ſchon außer den violeten Strahlen an; nimmt ab durch Blau und Gelb; hört auf nahe hinter dem Grün; und geht in Orange und Roth, in wahre Oxydation des bereits reducirten, über.

Ich laſſe dieſen Verſuchen ihren Werth, da es nun keine Zeit iſt, dieſelbe zu wiederholen und zu prüfen; man wird mirs aber auch nicht verargen, wenn ich ſie nicht ſo ganz unbedingt annehme.

d) Schon Wilſon hat bemerkt, daß Cantons Phosphore, durch violete Strahlen beſchienen, im Dunkeln viel lebhafter leuchten, als in jeder andern prismatiſchen Farbe. (Verſuche über Phosphore, Leipz. Sammlung. B. I. St. 5. S. 550.) Dieſes haben ſpäter Englefield und Ritter beſtätiget gefunden. (Gilberts Annalen XII. 408.)

Es iſt mir ſehr wahrſcheinlich, daß jeder Farbenſtrahl ſeine eigene Function in der Natur hat, und jeder eine andere Wirkung in den Körpern hervorbringt; allein da es unmöglich iſt zu hindern, daß nicht Strahlen von allen Arten auf die Körper fallen, ſo kann man auch die Functionen dieſer verſchiedenen Strahlen nicht ausmitteln. Der rothe z. B. ſcheint mehr beſtimmt zu ſeyn, Wärme in den Körpern zu erregen; der gelbe mehr zu beleuchten; der blaue chemiſche Wirkungen hervorzubringen.

Hätten die Miſchungstheile des Lichtes nicht die Eigenſchaft, ſich den Körpern einzuverleiben, ſo wären alle Körper dem Lichte gleich durchdringlich, wenigſtens ſolche, die nicht ſpiegeln.

§. 257.

Ich kann dieſen Artikel nicht ſchließen, ohne von Herſchels Wärmeſtrahlen, welche außer den Gränzen des prismatiſchen Farbenbildes liegen, etwas weniges zu ſagen. Kürze halber will ich die Veranlaſſung zu dieſen Verſuchen, ſo wie die Verſuche ſelbſt, und Herſchels Schlüſſe daraus mit Stillſchweigen übergehen, da man beynahe in allen phyſikaliſchen Zeitſchriften Nechricht davon gegeben hat, und in den philoſoph. Transactionen von England die Aufſätze ſelbſt nachleſen kann *).

*) Philosoph. Transactions of the R. S. of London, 1800. P. II. No. XIII. Investigation of the Powers of the prismatic Colours to heat and illuminate objets; with Remarks, that prove the different Refrangibility of radiant Heat. . . . p. 255.

Herſchels Behauptungen fanden einen heftigen Widerſacher an John Leslie (Gilberts Annalen d. Phyſ. B. X. S. 88 ſqq.) und einen beſcheidenen Vertheidiger an Englefield (Ebendaſ. XII. 399.), welchem ſich auch Ritter beygeſellte. (Ebend. S. 409.)

Das Neue dieſer Verſuche beſteht kürzlich darin, daß ſich der berühmte Aſtronom zu beweiſen bemüht, es gebe auſſer den prismatiſchen Sonnenſtrahlen, welche auf unſer Auge wirken, auch noch andere, für uns unſichtbare, blos erwärmende, gleichfalls von der Sonne und andern leuchtenden Körpern ausſtrömende, Wärmeſtrahlen, welche, ſo wie die Lichtſtrahlen, den Geſetzen der Brechung, der Reflexion ꝛc. unterworfen ſind. Der wärmſte dieſer unſichtbaren Strahlen iſt noch weniger brechbar, als der rothe des Farbenbildes, daher ein Thermometer auſſer dem Farbenbilde in der Nähe des rothen Strahles am höchſten ſteht, höher als in dem rothen oder einem andern Strahle u. ſ. f.

Die Beweiſe dieſes Satzes werden durch die drey letzten unten angezeigten Abhandlungen geführt und durch Verſuche dargethan. Eine lange Reihe von Verſuchen! allein nach wiederholter Durchleſung aller vier Abhandlungen (aus den Philoſ. Transactions ſelbſt, nicht aus unvollſtändigen Auszügen) finde ich aus mehr als hundert Verſuchen höchſtens acht, welche zur Sache gehören; aber auch unter dieſen keinen einzigen, welcher nicht Mißtrauen erregen könnte.

Ohne dieſes berühmten Mannes allgemein anerkannten Verdienſten um die praktiſche Aſtronomie nur im mindeſten zu Nahe zu treten, ſey es mir erlaubt, meine Meynung kurz und unbefangen zu ſagen:

No. XIV. Experiments on the Refrangibility of the invisible Rays of the Sun. . . . p. 284.

No. XV. Experiments on the Solar and on the terrestrial Rays, that occasion heat etc. p. 293.

No. XIX. Experiments on the Solar etc. P. III. pag. 437-538.

§. 258.

a) Alle Verſuche des zweyten Memoire's S. 284 = 292 (iſt eigentlich nur ein einziger mit geringen Abänderungen öfters wiederholter Verſuch) tragen den unverkennbaren Fehler mit ſich, daß die Thermometer nicht genug vor den Einfluß der Nebenkörper ſind geſchützt worden.

Man ſieht aus der Zeichnung (Plate XI.), daß die Thermometerkugel Nr. 1, welche eigentlich die Temperaturerhöhung angeben mußte, kaum ein Zoll über dem Tiſch erhoben war. Nun denke man die Reflexion der Strahlen von weißem Papier, die Erwärmung des Tiſches und der angränzenden Luft, die Heftung der Lichtſtrahlen durch den in jedem Zimmer unvermeidlichen Staub, ſo wird man ſich nicht wundern, daß ein Thermometer mit einer größern Kugel um 5° = 7°, ein kleineres um 2 binnen zehn Zeitminuten geſtiegen *).

b) In dieſer Meynung wird man noch mehr beſtärkt, wenn man lieſt,

daß 10 = 16 Minuten zu dieſer Temperaturveränderung erforderlich waren: — ſo wirkt eine unmittelbare Urſache nicht —

daß größere Thermometerkugeln größere Veränderungen gaben als kleine; harmonirende Thermometer, wie dieſe, müſſen gleichen Gang halten, um ſo mehr, da alle mit Tuſch geſchwärzt waren:

daß nicht nur das Thermometer Nr. 1, welches allein im Wirkungskreiſe der erwärmenden Strahlen ſtand, ſondern auch Nr. 2 öfters um einen Grad geſtiegen.

---

*) Die Thermometer waren vermuthlich nach Fahrenheitſcala getheilet, wie es in England durchgängig geſchieht: doch finde ich dieſes nirgends bemerkt. Temperaturveränderungen waren alſo ſehr gering.

c) Das dritte Memoire, S. 293=326, enthält zwanzig Verſuche, aus welchen nur ſechs zu unſerer Frage gehören.

Der ſiebente (Reflection of invisible solar Heat) könnte viel entſcheiden, wenn angezeigt wäre, ob der Verſuch in einem gut verfinſterten Zimmer iſt gemacht worden; denn ſelbſt das Tageslicht, auf ein Thermometer reflectirt, erhöht die Temperatur, welches hier in zehn Minuten ohnedem nur 4° betrug; und er würde etwas entſcheiden, wenn zweytens

Herſchel hätte verhindern können, daß gar kein prismatiſcher Lichtſtrahl mit ins Spiel gekommen wäre. Daß dieſes wirklich geſchah, beweißt der Verſuch Nr. 8, wo man ſich eines Concavſpiegels bediente, der dann das Thermometer in einer Minute um 19° emportrieb.

d) Gegen die vier letzten Verſuche, Nr. 17=20, S. 317=322, läßt ſich mit Grund noch viel mehr einwenden. Man leſe und reflectire darüber.

e) Dieſe Verſuche würden inſtructiver und entſcheidender ausgefallen ſeyn, wenn man zugleich die Temperaturerhöhung im rothen Strahle unterſucht hätte, welches aber nie geſchah; allein dann würden auch die Reſultate alles Neue verlohren haben; denn nach den Angaben des erſten Memoire zu ſchließen, wäre die Temperaturzunahme nicht geringer in als auſſer den rothen Strahlen; das Thermometer ſtieg gleichfalls $6\frac{3}{4}$ und 7° in zehn Minuten. So viel über Herſchels Verſuche.

§. 259.

Nun wollte ich mich auch durch eigne Verſuche von der Wahrheit überzeugen. Meine Anrichtung war jener des Herſchel ähnlich, nur mit dem Unterſchied, daß meine Thermometer ganz frey hiengen, und von allen Seiten auf zwey Fuß ſelbſt vom Stativ entfernt waren. Mit dieſer Vorſicht konnte ich auſſer den rothen Strahlen keine Temperaturerhöhung bemerken.

(Ich machte meine Verſuche, ohne zu wiſſen, daß Leslie ähnliche veranſtaltet hatte. Auch bey Leslie zeigte ſich weder über, noch unter, noch neben dem Farbenſpectrum die mindeſte Wirkung.)

Eine planconvexe Linſe, einen Fuß im Durchmeſſer und fünf Fuß Focallänge wurde gerade gegen die Sonne gerichtet, und der Focus ſowohl für die blauen als für die rothen Strahlen genau beſtimmt; dann wurde ein empfindliches, gegen die auffallenden Sonnenſtrahlen geſchütztes Thermometer dem Focus der blauen Strahlen ſo nahe gebracht als es ſeyn konnte, ohne es in den Strahlenkegel ſelbſt zu verſenken. Es änderte ſich nicht, ſondern blieb auf dem Wärmegrad, welchen es in einer Entfernung von ſechs Zoll erreicht hatte. Mein Schluß war folgender:

Giebt es unſichtbare, blos erwärmende Sonnenſtrahlen, welche nach Herſchels Behauptung den Geſetzen der Brechung unterworfen ſind, und deren Focus auſſer den Gränzen des rothen Focus liegt, ſo müſſen ſie im convergirenden Strahlenkegel der Brennlinſe den äußerſten Raum einnehmen, und da, wo ſich die blauen Strahlen ſammeln, ſchon ziemlich verdichtet ſeyn, alſo auch deſto auffallender wirken. Da ich nun keine Wirkung bemerkte, ſo bin ich auch nicht berechtiget, dieſelbe anzunehmen.

§. 260.

Da es überhaupt aus andern Gründen erwieſen werden kann, daß Licht ſeiner Natur nach nicht erwärmet; daß Licht und Wärme zwey ganz zerſchiedene Subſtanzen ſind; daß von der Sonne nicht Wärme, ſondern nur Licht kömmt; daß durchſichtige Körper (z. B. Glas) Leiter des Lichtes, aber nicht der Wärme ſind; daß der Wärmeſtoff ſolche durchſichtige Nichtleiter nur langſam durchdringt, und dabey allezeit ſtark erwärmt, was Licht nicht thut; daß der Wärmeſtoff zwar den Geſetzen der Reflection, aber nicht der Refraction wie Licht unterworfen iſt u. ſ. f. (§. 227–234): So verlieren Herſchels Behauptungen allen Grad der Wahrſcheinlichkeit.

Betrachtet man endlich die unbegreifliche Geschwindigkeit des Lichtes, und die sehr langsame Beweglichkeit des Wärmestoffes, so wird man doch so viel zugeben müssen, daß, wenn auch das von Herschel behauptete Factum wahr wäre, doch eine ganz andere Erklärung desselben müßte gegeben werden.

Da das Licht den Wärmestoff nicht aus der Sonne mit bringt, sondern erst aus den Körpern, mit denen es Verbindungen eingeht, sammelt; und da aus allen Erfahrungen die rothen Strahlen vor allen andern Wärme erregen, so ist es wohl möglich, daß sich ihr Wirkungskreis viel weiter erstreckt, als ihr Erleuchtungskreis.

§. 261.

Die Verbindung des Lichtes mit den Körpern, und die Wirkung desselben auf den Wärmestoff giebt uns Aufschluß über ein allgemein bekanntes, aber nur in dieser Hypothese hinreichend zu erklärendes Phänomen: ich meyne die Erwärmung der Körper in der Sonne und im Schatten.

a) In einem gleichförmig erwärmten, und der Genauigkeit halber verfinsterten Zimmer werden alle Körper, von welcher Beschaffenheit, Form und Farbe sie auch sind, gleichen Grad der Temperatur annehmen, wenn sie anders gleich weit vom Ofen entfernt sind. Nun lege man aber eben diese Körper in die Sonne, an einem Tage, da das freye Thermometer eben den Grad der Wärme anzeigt, welchen es zuvor im Zimmer angenommen hatte. Welche Verschiedenheit der Temperatur werden sie jezt nicht zeigen? Metalle, Steine, Hölzer, Wollenzeuge, Flüssigkeiten u. s. f. Jeder Körper wird nach dem Urtheile des Gefühles und auch des Thermometers einen andern Grad der Erwärmung oder der Temperaturerhöhung erhalten. Woher rührt wohl dieser Unterschied, wenn Licht und dunkle Ofenwärme auf gleiche Art wirken, wenn die Erwärmung beyderseits auf demselben Grunde beruht?

Wer behauptet, daß die Lichtſtrahlen für ſich ſelbſt erwärmend ſind oder Wärmeſtoff enthalten, der muß ſo viel eingeſtehen, daß dieſer von der Sonne kommende Wärmeſtoff von ganz anderer Beſchaffenheit iſt als derjenige, welcher ſich aus unſern Brennmaterialien beym Verbrennen entbindet. Er muß alſo wenigſtens zweyerley Arten von Wärmeſtoff annehmen.

Allein wie gezwungen iſt nicht dieſe Erklärung, und wie viel einfacher wird alles, wenn man vorausſetzt, Licht ſey eine für ſich nicht erwärmende, ſondern nur leuchtende Subſtanz, welche aber die Kraft beſitzt, den zuvor in den Körpern latenten Wärmeſtoff frey und wirkſam zu machen.

Im erſten Falle des von uns gewählten Beyſpiels zeigten alſo die Körper darum gleiche Temperatur, weil alle ohne Unterſchied gleiche Quantität von Wärme von auſſen zu ſich nahmen; im zweyten darum ungleiche Temperatur,

1) weil wegen der ungleichen Politur und Farbe nicht alle gleich viel Sonnenſtrahlen auffiengen und an ſich hielten;

2) weil bey gleicher Politur und Farbe nicht alle Körper mit dem Lichte gleiche Verbindungen eingehen;

3) weil bey gleicher Politur, Farbe und Verbindung das Licht nicht in allen Körpern gleichviel Wärmeſtoff antraf, welchem es Elaſticität und Freyheit hätte geben können;

4) weil bey gleicher Politur, Farbe, Verbindung mit Licht, und Vorrath von Wärmeſtoff, dieſer auf ganz zerſchiedene Art mit den Körpern verbunden war, und alſo auch vom Licht nicht auf gleiche Art konnte frey gemacht werden.

§. 262.

Gehen wir nun wieder zu unſern im Sonnenſchein liegenden Körpern zurück. Nachdem ſie auf ſo verſchiedene Art ſind erwärmt worden, ſo bedecke man ſie mit einem undurchſichtigen Körper oder ſchütze ſie durch einen breiten undurchſichtigen Sonnenſchirm von den

gerade oder durch Reflexion auffallenden Sonnenstrahlen. Bald werden sie wieder auf gleiche Temperatur zurückkommen, und zwar auf eben die Temperatur, welche das Thermometer im Schatten zeigt; kurz, auf die Temperatur der umgebenden Luft, und nun verhalten sie sich gerade so, wie zuvor im finstern Zimmer. Hier wirkt nämlich nimmermehr Licht, sondern äußere Wärme der Luft auf sie.

§. 263.

In dieser Hinsicht äußert das Licht drey Wirkungen auf die Körper; durch einige geht es ungehindert durch (vollkommen durchsichtige Körper), aus andern kehrt es wieder zurück (Spiegel, polirte, weiße Flächen), in noch andere versenkt es sich (schwarze, dunkle, matte Körper). Daher der so verschiedene Grad der Erwärmung der Sonnenstrahlen unter übrigens gleichen Umständen; daher die so ungleiche Wirkung des Brennglases auf die Körper; daher die ewige Disharmonie zweyer Thermometer von Queckſilber und Weingeist, so lang sie in gut beleuchteten Zimmern hängen, und ihre gute Harmonie des Nachts und im Finstern.

Wären die Sonnenstrahlen ursprünglich warm, so müßten durchsichtige Massen viel leichter und stärker als undurchsichtige erwärmt werden; und überhaupt müßten ungleichartige, von den Sonnenstrahlen auf einerley Art beschienene Körper zuletzt alle auf einerley gemeinschaftliche Temperatur kommen, wie Körper, die man zugleich in einerley heißes Wasser taucht.

§. 264.

Die Eintheilung der Körper in **Leiter** und **Nichtleiter** der Wärme ist alt; in unsern Zeiten ist dieser wichtige Theil der Naturlehre erst genauer berichtiget worden.

Diese Eintheilung ist allgemein anerkannt, ohne zu bemerken, daß dadurch stillschweigend auch der Unterschied zwischen **Licht** und **Wärme** zugegeben wird.

Die Leiter der Wärme und die des Lichtes haben ganz und gar nichts mit einander gemein; der beſte Leiter des einen Stoffes kann zugleich der ſchlechteſte des andern ſeyn; das Bley z. B. leitet die Wärme über zweymal ſtärker als das Waſſer (Tob. Mayer, über die Geſetze und Modificationen des Wärmeſtoffes), da doch Waſſer ein mittelmäßiger Leiter des Lichtes, Bley aber gar nicht iſt. Je reiner, homogener und compacter eine weiße Glasmaſſe iſt, deſto durchſichtiger iſt ſie auch, d. h. ein deſto beſſerer Leiter des Lichtes wird ſie; aber in eben dem Grade nimmt ihre Leitungsfähigkeit für Wärme ab.

Wie ſoll man noch zugeben können, daß den Licht- und Wärmeerſcheinungen ein und derſelbe Stoff zum Grunde liegt?

§. 265.

Endlich erhalten wir in dieſer Hypotheſe einen Aufſchluß über die in den höhern Luftregionen beſtändig herrſchende Kälte.

Wer die Sonne als einen Körper betrachtet, aus welchem unaufhörlich Licht und Wärme in gleichem Maaße ausſtrömt, der kann nichts anders erwarten, als daß es deſto wärmer werde, je höher man ſich in der Atmoſphäre ſchwingt; nun zeugt die Erfahrung gerade vom Gegentheil.

Man ſage mir nicht, dieß komme her theils von der vielfältigen Reflexion der Sonnenſtrahlen auf der Erdfläche, theils von der zurückgegebenen Wärme von der Erde. Das Unzulängliche dieſer Erklärung fällt ſogleich in die Augen, wenn wir bedenken, was in unſern Wohnzimmern vorgeht. Man denke ſich in der Mitte eines großen Saales einen ſtark geheizten Ofen. Die dadurch verbreitete Wärme wird gleichfalls von den Wänden und Ecken des Saales reflectirt. Steht darum ein an der Wand hängendes Thermometer höher, als ein dem Ofen um die Hälfte näheres? Die Wärme theilt ſich der Luft ſo gut als den Wänden mit; nimmt aber an Intenſität ab, ſo wie die Entfernung wächſt. Sollte

sich nicht auch die Sonnenwärme den höhern Regionen so gut als den niedrigen, ja noch mehr mittheilen?

Da nun dieses nicht geschieht, sondern vielmehr das Gegentheil, so schließe ich, daß uns die Sonne keine Wärme zuschickt.

Es sey mir erlaubt, zur Erläuterung ein sehr sinnliches Beyspiel zu wählen.

Man nehme an, die Sonne sey wirklich erhitzter Körper, welcher Licht und Wärme zugleich ausströmt. In diesem Falle wird man mir zugeben, daß ein Körper desto mehr würde erhitzt werden, je näher er der Quelle des Feuers gebracht wird, d. h. je höher er sich in der Atmosphäre schwingt, und dieses aus zwey Ursachen: einmal darum, weil in geringern Entfernungen die ausströmende Wärme noch dichter beysammen ist; und zweytens auch deswegen, weil die verdünnte Luft der obern Regionen aus mehr als einem Grunde dem Körper nicht so viel Wärme raubt und ableitet. Obgleich nun die Höhen, welche wir erreichen, nicht beträchtlich sind, so sollte es doch in einer Höhe von 200 Fuß nicht wärmer seyn, als in einer Höhe von 15000 Fuß. Allein das Thermometer sagt uns gerade das Gegentheil, unser Auge und die Erfahrung sagt uns zugleich, daß in einer solchen Höhe der Glanz der Sonne und ihre Helle, ihr Schimmer reizend schön, für das Auge aber und für ein reizbares Nervensystem unerträglich ist. Also Licht und nicht Wärme wächst in höhern Luftregionen.

B. Electrisches Licht.

§. 266.

Die Natur der electrischen Materie ist für den Naturforscher noch immer ein Geheimniß, viel tiefer gelegt als das Geheimniß des Lichtes. Daß sie zusammengesetzt sey diese Materie, und daß Licht einen Bestandtheil davon ausmache, zeigt sich beynahe durch alle Versuche; allein das Subsstrat, an welchem das Licht haftet,

läßt sich noch kaum vermuthen, viel weniger bestimmen. Ist es vielleicht das Säure- und das alkalische Princip, oder Säure- und Baseprincip, wie ich es oben nannte?

Viel Glück für mich, daß ich es hier nicht mit dem elektrischen Princip selbst, sondern nur mit dessen Licht zu thun habe. Allein auch in dieser Hinsicht kann der Gegenstand noch neu genannt werden. Denn so zahllos auch die elektrischen Versuche sind, welche seit Hawkesbee's Zeiten sind veranstaltet und beschrieben worden, so ist mir doch ausser Morgan und Kortum *) kein einziger Schriftsteller bekannt, welcher die Beschaffenheit und die Gesetze des elektrischen Lichtes zum eigentlichen Augenmerk seiner Versuche gemacht hätte. Ich sah mich also genöthiget, zu eigenen Versuchen meine Zuflucht zu nehmen, und in Verbindung mit fremden Erfahrungen die Hauptgesetze zu abstrahiren, welche ich hier zur Prüfung vorlege. Wobey ich nur so viel voraus bemerke, daß die Versuche mit einer sehr wirksamen Scheibenmaschine von 32 pariser Zoll im Durchmesser, und zwar des Nachts im vollkommnem Dunkel sind unternommen worden: ein Umstand, welcher bey Beurtheilung der Lichterscheinungen und des Farbenspieles von Wichtigkeit ist. Unser Urtheil über Licht und Farben fällt bey den Finsternissen der Nacht ganz anders aus, als im Dunkel eines sorgfältig verfinsterten Zimmers bey Tag.

---

*) Observations and Experiments on the Light of Bodies in a State of Combustion. By the Rev. Mr. Morgan. Philos. Transactions Vol. LXXV. pag. 190-212.

Elektrische Versuche die phosphorische Eigenschaft verschiedener Körper zu beobachten, von Herrn Banquier Kortum zu Warschau. Magazin für das Neueste aus der Physik ꝛc. von J. H. Voigt, B. IX. St. 2. S. 1-44.

Gesetze der Lichterscheinung.

§. 267.

Wenn Electricität durch Friction hervorgebracht wird, wie es bey Electrisirmaschinen, und überhaupt der gewöhnlichste Fall ist, so ergeben sich folgende Sätze, welche wohl Niemand läugnen wird, da man sie durch alltägliche Versuche erläutern kann.

a) „So lang von den geriebenen Körpern an bis zur Erde „eine vollkommne Leitung unterhalten wird, äußert sich die durch „Reiben erregte Electricität durch keine Lichterscheinung, ausser zwi„schen den geriebenen Körpern selbst, z. B. zwischen dem Küssen „und dem Glas."

Dieser Satz ist so bekannt, daß er keines Erweises bedarf. Daraus fließen aber zwey Folgerungen:

Erste: Die Erregung der Electricität durch Friction zweyer heterogener Körper (in unserer Maschine Metall und Glas) ist allemal mit Licht begleitet, welches man nur darum nicht allemal bemerkt, weil es entweder zu schwach ist, oder sogleich von Leitern aufgenommen wird und also verschwindet.

Zweyte: Electricität kann in den Körpern angehäuft werden, ohne daß sie sich durch Ausbruch von Licht äußert. Bey mitgetheilter Electricität in isolirten Leitern ist dieses immer der Fall.

§. 268.

b) „Der Durchgang des electrischen Fluidums durch unvoll„kommene Leiter ist allemal mit Lichterscheinung begleitet."

Da es nun, im strengsten Sinne, keinen vollkommenen Leiter giebt, so giebt es auch keinen vollkommenen Körper, welcher nicht auf diese Art könnte leuchtend gemacht werden. In den meisten Fällen ist bey meiner Maschine schon der starke Funken des ersten Conductors hinreichend; um aber mehr Einförmigkeit in die Ver-

ſuche zu bringen, bediene ich mich lieber einer Verſtärkungsflaſche von 160 Quadratzoll äußerer Belegung, und eines allgemeinen Ausladers nach Henly. Flüſſigkeiten werden in dicke Glasröhren, welche 6 Zoll lang und 1 Zoll im Lichten halten, geſperrt, mit Kork verſchloſſen und der Funken mittelſt Meſſingdrähten durchgeleitet, welchen man jede beliebige Entfernung geben kann.

Um Metalle leuchtend zu machen, lege ich ſehr dünne und ſchmale Streifen zwiſchen zwey Glasplatten (geſchlagen Gold, Silber, Zinn, Bley u. dgl.) und mäßige die Ladung ſo, daß dieſe Streifen nicht ſchmelzen. Damit der Funken nicht überſpringen kann, ſind die Glasplatten 6 Zoll lang, und $2\frac{1}{2}$ Zoll breit; noch werden ſie mit Seidenfäden zuſammengebunden. Der Theil des Metalles, welcher beyderſeits hervorragt, wird dicker gelaſſen oder zwey- und dreyfach aufgelegt.

§. 269.

c) „Je größer die Leitungskraft eines Körpers iſt, deſto ſchwe„rer hält es, eine Lichterſcheinung hervorzubringen.“

So iſt z. B. heißes Waſſer ein beſſerer Leiter als kaltes; trockenes Glas ein Nichtleiter (wie wir zu ſagen pflegen); ſehr heißes aber leitet; trocknes Harz eben ſo ein Leiter, wenn es ſich dem Schmelzgrade nähert.

Ein mit Waſſer befeuchteter Strick wird leuchtend; nimmt man ſtatt des Waſſers eine mineraliſche Säure, ſo erhält man bey der Entladung kein Licht, weil mineraliſche Säuren gute Leiter ſind.

§. 270.

d) „Bey permanentelaſtiſchen Flüſſigkeiten,“ dergleichen die atmoſphäriſche Luft und andere Gasarten ſind, und „bey den Dünſten „tropfbarer Flüſſigkeiten geht die Lichterſcheinung deſto leichter vor „ſich, je mehr ſie verdünnt werden.“

Das ſchöne Lichtſpiel im verdünnten Raum mittelſt der Luftpumpe iſt bekannt.

Durch ein vollkommenes Vacuum Torricellianum wird die Leitung der electriſchen Materie gehemmt: man laſſe aber nur eine Luftblaſe unter dem Queckſilber aufſteigen, ſo ſtrömt das ſchönſte electriſche Licht durch.

Durch verdichtete Luft, wenn ſie anders trocken iſt, findet der electriſche Funken einen größern Widerſtand als durch gemeine freye Luft *).

Von phosphoreſcirenden Röhren werde ich in einem eigenen Paragraph reden.

Um die Dämpfe tropfbarer Flüſſigkeiten in Betreff ihrer Leitungsfähigkeiten zu unterſuchen, verfahre ich ſo:

Ich verſchaffe mir luftleeren Raum in einer Glasröhre, welche von der torricelliſchen Röhre des Barometers nur dadurch unterſchieden iſt, daß ſie 32 pariſer Zoll in der Länge und 4 Linien im Lichten hält. Da nun die mittlere Barometerhöhe hier 27 Zoll beträgt, ſo giebt mir dieſe Anrichtung ein 5 Zoll hohes Vacuum. Oben iſt die Röhre mit einer meſſingnen Kappe verſchloſſen, und unten ſteht ſie in Queckſilber in einem geräumigen Gefäß.

Läßt man nun einige Tropfen Waſſer, oder Weingeiſt, oder Aether u. dgl. unter Queckſilber aufſteigen, ſo werden ſich bey mittelmäßiger Temperatur des Zimmers dieſe Flüſſigkeiten zum Theil oder ganz in Dämpfe verwandeln, welches man durch das Sinken des Queckſilbers bemerkt. Leitet man nun die Electricität durch, ſo wird man ein Lichtſpiel erhalten, wie im unterſten Raume der Luftpumpe.

---

*) Meine Condenſationspumpe, welche ich nach eigenen Ideen verfertigen ließ, hat zu ſolchen Verſuchen eine eigene Einrichtung; ſie iſt zugleich mit einem Condenſationsmeſſer verſehen.

Je häufiger das Fluidum in Dämpfe übergeht, deſto unanſehnlicher und erſchwerter wird das Leuchten; daher ein geringeres Leuchten in Weingeiſtdämpfen als in Waſſerdünſten. Bringt man aber nur einen kleinen Tropfen Weingeiſt oder Aether ins Vacuum, ſo wird auch das Leuchten auffallender.

§. 271.

e) „Bey einem feſten Körper wächſt der Lichtſchimmer in dem „Verhältniſſe, als man die Oberfläche des Körpers vermindert."

Ein Satz, welcher keines Beweiſes bedarf; und auf welchem das Verfahren beruht, um Metalle leuchtend zu machen.

§. 272.

f) „Alle electriſche Lufterſcheinungen ergeben ſich nur auf der „Oberfläche der Körper," ſo wie überhaupt die Electricität auf den Oberflächen der Leiter weggeleitet, und auf den Oberflächen iſolirter Körper ſich anhäuft. Zwingt man ſie aber, durch die Körper ſelbſt ihren Weg zu nehmen, ſo geht Zerſtöhrung oder Zerſetzung vor. Zerſtöhrung, wie z. B. bey Glas, wenn der Schlag entweder durch die ſchmale Kante, oder durch die Dicke deſſelben fahren muß. Zerſetzung bey den meiſten Flüſſigkeiten und Gasarten: daher Zerſetzung des Waſſers, des Salpetergaſes u. ſ. f. Allein hier wirkt Licht nicht mehr, ſondern die electriſche Materie ſelbſt; daher gehören dieſe Effecte nicht hieher.

Zerſetzung des electriſchen Lichtes.

§. 273.

Wer mehrere Lichtarten annimmt, der wird dem electriſchen Lichte allerdings einen eigenen Platz einräumen; allein ich ſehe die Nothwendigkeit dieſer Vorausſetzung nicht ein, und betrachte alſo das electriſche Licht ſo wie jenes der Phosphore, der mit Flamme

brennenden Körper, der Glühhitze, als eine und dieselbe Substanz. Die prismatischen Farben scheinen diese Meynung zu unterstützen, und hievon will ich nun etwas sagen.

Die Farbe des electrischen Funkens hängt von so vielen Nebenumständen ab, daß es schwer hält, hier ein allgemeines Gesetz aufzustellen, so wenig als dieses bey leuchtenden und brennenden Körpern angeht. Unterdessen scheinen mir doch folgende Sätze auf Erfahrung gegründet zu seyn:

a) „Strahlen, welche im Prisma die größte Brechbarkeit „haben, entweichen beym Electrisiren am leichtesten."

Drehe ich die Maschine, nachdem ich am ersten Conductor Ausströmungsspitzen angebracht habe, so sind es allemal blaue Lichtbüschel, welche zuerst erscheinen.

Wird die Maschine in Bewegung gesetzt, ohne daß eine Spitze oder eine Ableitung vorhanden ist, so strömen aus den Spitzen der Auffänger große Lichtkegel, welche an ihrer Spitze beym Ausbruch weiß, an der breiten Basis aber hellblau sind.

Kleine Funken, welche aus dem ersten Conductor der Maschine auf einen sehr nahen Leiter überspringen, sind mehr blau als weiß.

Wird der Electricität im Guerike'schen Vacuum durch gegenüberstehende Spitzen der Durchgang bestmöglichst erleichtert, so ist die Farbe schön violet.

Hängt man an den ersten Conductor einen Metalldrath, welcher sich in eine Kugel endiget und einem Leiter so nahe ist, daß Funken überspringen können, so wird der Funken weiß seyn, läßt man aber den Drath anstatt der Kugel in mehrere Spitzen auslaufen, so erhält man ein bläulichtes Licht.

b) „Das rothe Licht des Funkens ist allemal ein Beweis „des erschwerten Ueberganges der Electricität."

Wenn man Funken durch Salpeterluft schlagen läßt, so werden sie bey erleichtertem Durchgange bläulich, bey erschwertem roth erscheinen: z. B. durch Zusatz von Kalkwasser.

Eben so sieht das ausströmende Licht im feuchten luftleeren Raume blau, hingegen durch Wasserstoffgas geleitet roth aus.

Bey Entladung einer Verstärkungsflasche wird man einen röthlichen Funken bemerken, wenn der gute Leiter durch einen unvollkommnen, z. B. durch feuchtes Papier, unterbrochen wird.

Zwingt man einen starken Schlag durch Holz zu dringen, so wird der Funken blutroth aussehen.

So bemerkte schon Priestley (Geschichte der Electricität, 4ter Abschn. S. 406), daß man einen rothen Funken sieht, wenn die Entladung durch Steinsalz geleitet wird.

c) „Ueberhaupt ändert sich die Farbe des electrischen Lichtes „mit der Schlagweite, mit der Beschaffenheit des zu durchdringen„den Mediums, und mit der Stärke der Entladung."

Ziehe ich aus dem ersten Conductor Funken mit einer dreyzölligen Kugel von Messing, oder entlade ich eine Verstärkungsflasche von 160 Quadratzoll äußeren Beleg, so wird das Auge so geblendet, daß es keine bestimmte Farbe unterscheiden kann. Bey Tage erscheinen diese Funken weiß.

Eine unterbrochene Vergoldung auf Leder giebt Funken vom schönsten Smaragdgrün; bey einer solchen Vergoldung auf Glas sind sie schwach oder blaßgrün, und gehen ins Gelbe über.

Auf eine hölzerne Kugel von 1 Z. Durchm. springt aus dem ersten Leiter kein Funken über, sondern ein Strom vom violeten Lichte, wenn man die Kugel mit der Hand hält.

Der Funken auf weißen Zucker spielt ins Violete; zugleich wird das ganze mit den Fingern gehaltene Stück hell transparent*).

*) Ein Stück Glauberſalz wird, nach der verschiedenen Intensität des Funkens, orange, lichtgelb, blaßgelb transparent. Eben so zeigt mäßig trockenes Tannenholz, nach der Länge der Fasern electrisirt, blutrothes, oranges, blaßgelbes Licht.

Schon Prieſtley fand den Funken im Waſſerſtoffgas roth; v. Marum hat es ſpäterhin beſtätiget; doch wird er ganz glänzend und weißlicht erſcheinen, wenn die Entladung heftig iſt.

d) „Ein und derſelbe Funken erſcheint uns mit verſchiedenen „Farben, nach dem Grade der Finſterniß des Zimmers, und der „Entfernung des Auges."

Im Verlaufe meiner Verſuche hatte ich oft Gelegenheit mich zu überzeugen, daß der electriſche Funken, unter übrigens gleichen Umſtänden, an Farbe zu wechſeln ſcheint, je nachdem man ihn des Nachts in vollkommner Finſterniß, oder beym Lichte der Studirlampe, oder bey hellem Tage betrachtet. So ſcheint z. B. ein Funken bey der Studirlampe blau, im Dunklen weißlicht.

Derſelbe Funken einer unvollkommnen Leitung, welcher beym Lichte röthlich erſcheint, kömmt dem Auge im Dunkeln mehr weiß vor.

Vom zweyten Umſtande führt Morgan (a. a. O. S. 206) ein ſchönes Beyſpiel an.

Wenn man durch das Torricelliſche Vacuum, in welches einige Tropfen Aether ſind zugelaſſen worden, Funken ſchlagen läßt, ſo wird der Funken folgende Erſcheinungen liefern:

Hält man das Auge hart an die Glasröhre, ſo erſcheint er vollkommen weiß. In einer Entfernung von zwey Yards, oder ſechs Fuß, erſcheint er grün; geht man aber ſechs bis ſieben Yards zurück, ſo läßt er röthlich: dieſe Farbenwechslung kömmt alſo von der längern oder kürzern Luftſchichte her, welche der Lichtſtrahl durchſetzen muß, und welche immer etwas Licht abſorbirt, ſo daß zulezt nur noch der rothe Strahl zurückbleibt, wie wir die Sonne durch Wolken oft nur noch roth ſehen.

Ueberhaupt erſcheinen alle ſchwache Exploſionen in einer beträchtlichen Entfernung im röthlichten Lichte.

§. 274.

Die Lichterscheinungen in verdünnter Luft verdienen hier aus mehr als einer Ursache angeführt zu werden.

Ich bediene mich hiezu dreyerley Anrichtungen.

1) Zu den gewöhnlichen Versuchen brauche ich Henly's leuchtenden Leiter, von verschiedenen Dimensionen. (Cavallo, von der Electricität, Th. I. S. 201 sqq. Leipzig 1797)

2) Ferner dienen Glasröhren, 20=24 Zoll lang, 2 Zoll weit, mit einem Hahn versehen, und auf der andern Extremität zugeschmolzen, und ohne Ableitung.

3) Endlich besitze ich luftleere, hermetischgeschlossene, phosphoreścirende Glasröhren aller Art.

Jeder dieser drey Apparate liefert eigene, eben so angenehme als lehrreiche Erscheinungen. Hier nur etwas weniges davon.

a) Hat man den leuchtenden Leiter (1) mittelst der Luftpumpe so ziemlich luftleer gemacht, und läßt dann am Hauptconductor der Maschine die Electricität durchströmen, indem die Leitungsdräthe 14 Linien von einander stehen, so geschieht dieses mit dem schönsten violeten Licht, welches Ellipsen und Figuren bildet, beynahe wie bey Cavallo (Tab. III. fig. 2. FD) das atmosphärische Electrometer gezeichnet ist.

Je vollkommner die Verdünnung, desto brillanter die Erscheinung.

Violetes Licht, weil der Widerstand am geringsten.

Zertheilung in mehrere Strahlen — hängt von den Ecken des stumpfen Drathes ab.

Bildung von Ellipsen — weil alles dem gegenüberstehenden abgerundeten Drathe zuströmt.

b) In die Glasröhre (2) läuft ein sechs Zoll langer, mit mehreren Spitzen versehener Drath; auch befindet sich eine kleine Bleykugel darin. Wird sie nun nach dem Auspumpen der Luft electri-

sirt *), so erscheinen so viel geschlängelte Lichtströme, als der Leitungsdraht Ecken hat; die ganze Röhre ist abwechselnd mit Licht gefüllt, das an den Wänden hinzugleiten scheint. Stellt man das Electrisiren ein, so dauert das Lichtspiel mit ausgesetzten Blitzen noch lange Zeit fort.

Die Farbe des Lichtes ist weißlicht und geht nur schwach ins Blaue.

Da die innern Wände einer so geräumigen Glasröhre immer etwas Feuchtigkeit aus der Luft an sich halten, und selbe während dem Laden mit der Hand gehalten wird, so geht hier eine schwache Ladung vor sich, welche sich erst allmälig verliert durch den Hahn. Läßt man die bleyerne Kugel hin und her rollen, so entsteht immer ein Lichtstreifen, eine Ableitung.

c) Die phosphorescirenden Röhren (3) geben die schönsten Erscheinungen.

Bewegt man das eingeschlossene Queckſilber hin und her, so zeigt die beste meiner Röhren ein grünlichtes Licht, welches vielleicht vom Glase herrühren dürfte, obwohl es sehr weiß aussieht, allein man müßte den Bauch untersuchen können.

Werden sie der Electrisirmaschine genähert, so erscheinen sie ganz mit weißem Lichte gefärbt; dann aber dauern die Lichtblitze lange Zeit fort, und ich kenne keinen bessern Versuch, die Erscheinungen des Nordlichtes anschaulich zu machen.

Hier also weißes Licht im vollen Schimmer, wie beym Phosphor, der im Sauerstoffgas abbrennt, wo sich alle prismatischen Farben zugleich entwickeln und vermischen.

Fortdauer von Schimmer nach schon geendigtem Electrisiren. Ein Beweis, daß Electricität auch durch Glas wirkt, wenn sie auch nicht durchdringt: eine schwache Ladung und Entladung.

---

*) Während ich dieselbe am untern Ende mit der Hand halte.

Intermittirender Schimmer, der von der äußern ſich nach und nach entladenden Glasfläche abhängt, daher durch den Finger von außen öfters wieder erregbar.

§. 275.

Dieſe phosphoreſcirenden Röhren liefern zugleich einen ſchönen Beweis, daß die Quelle des Lichtes nicht in der Luft, nicht im Sauerſtoffgas der Atmosphäre zu ſuchen iſt.

Eine gut beſtellte phosphoriſche Röhre leuchtet, ſanft hin und her bewegt, unaufhörlich fort, ſo lang nämlich das eingeſchloſſene Queckſilber in Bewegung iſt.

Man denke ſich ſo eine Röhre, etwa einen Fuß lang, mit dem Perpendikel einer Uhr in Verbindung, ſo wird ſie Jahre lang fortleuchten, ſo lang nämlich die Uhr geht.

Man bedenke ferner, wie gering die Portion der eingeſchloſſenen Luft iſt; denn ſobald ſie nur merklich Luft enthält, ſo hat das Leuchten ein Ende.

Wie iſt es nun möglich, daß dieſe geringe-Portion eingeſchloſſener Luft alles das Licht herſchaffen kann, welches hier binnen Jahr und Tag zum Vorſchein kömmt? welches eine Quelle hat, die nie verſiegt?

Wie läßt ſich mit obgenannter Hypotheſe die Erſcheinung vereinbaren, daß die Lichterſcheinung ſich deſto leichter ergiebt, deſto häufiger und ſtrömender abfließt, je verdünnter der Raum iſt, d. h. je weniger Sauerſtoffgas er enthält?

§. 276.

Das electriſche Licht, wenn es in weißen Funken überſpringt, läßt ſich durch das Prisma ſo gut in Farben zerlegen, wie das Sonnenlicht. Ich habe zwar noch keine Anrichtung zuwege gebracht, electriſches Licht ſo auf ein Prisma fallen zu laſſen, daß ſich das Farbenbild auf der gegenüberſtehenden Wand entwürfe, wie man

es mit der Sonne zu thun pflegt; unterdessen wenn ich den weißen Funken des ersten Conductors durch ein Prisma betrachtete, so sehe ich ihn allemal in die blauen, gelben und rothen Farben zerlegt, nur das Grün fehlt. Allein eben dieses ist der Fall, wenn man eine brennende Kerze auf diese Art betrachtet.

Ist hingegen der Funken schwach, so sehe ich außer dem blauen und rothen Strahl keinen andern. Es läßt sich die Ursache leicht angeben, warum man auf diese Art nur die äußersten und nicht auch die mittlern Strahlen des prismatischen Farbenbildes sieht.

Ist der electrische Strahl für sich schon blau oder roth, so bleibt er es auch, durch das Prisma betrachtet.

Mattes Licht giebt durch das Prisma betrachtet keine distincten Farben. Eben dieses bemerke ich bey den Fixsternen, wenn die Nächte nicht vollkommen heiter, und also der Schimmer der Sterne sehr matt ist.

Wirkungen des electrischen Lichtes auf andere Körper.

§. 277.

Ich habe bisher sowohl vom Entstehen als Zersetzen des electrischen Lichtes gehandelt; habe die vorzüglichsten Umstände aufgezählt, unter welchen sich eine Lichtentwickelung ergiebt, und mit welchen Farben sie begleitet ist; nun sollte ich auch die Wirkungen dieses Lichtes bestimmen: nichts ist aber mit mehr Schwierigkeiten verbunden als dieser Punct; denn da das electrische Licht sich immer an die electrische Materie (an sein Substrat) hält, und mit fortbewegt, so ist nichts leichter, als dem Lichte zuzuschreiben, was eigentlich dem Substrate angehört*). So zahlreich daher die Wirkungen der combinirten electrischen Materie auch sind, so werde ich doch hierin sehr sparsam seyn, um nichts fremdartiges einzumischen.

*) Daß das electrische Licht sich immer an die electrische Materie hält, und davon für uns unzertrennlich ist, scheint mir aus folgenden Gründen mehr als wahrscheinlich.

Durch electriſches Licht werden die Körper ſo gut phosphoreſcirend als durch das Sonnenlicht.

§. 278.

Die ſchönen Verſuche des Herrn Banquier Kortum in Warſchau (§. 266 not.) überhoben mich der Mühe, hierüber beſondere Verſuche zu veranſtalten, obwohl ich in Verfolg meiner Arbeiten oft Gelegenheit hatte, ſeine Reſultate zu prüfen und zu beſtätigen.

Dieſer gelehrte Liebhaber zählt 168 verſchiedene Körper auf, welche er durch einen oder mehrere electriſche Schläge, mittelſt einer Verſtärkungsflaſche von 110 Quadratzoll Beleg, zum phosphoreſciren bringen konnte, und woraus ſich die ſchönſte Analogie zwiſchen den von mir (Abſchn. IV. §. 166) angeführten Phosphorn und dieſen ergiebt. Es wird hinreichend ſeyn, die Hauptphänomene anzuführen:

---

a) Das Ausſtrömen der electriſchen Materie aus Spitzen u. dgl. liefert unzählige Formen von Strahlenkegeln, Sternchen, Streifen, leuchtender Atmoſphäre ꝛc. Alle dieſe Formen hängen ganz allein vom erleichterten oder gehemmten Durchgang des electriſchen Stoffes ab: und dennoch nimmt das für Spitzen oder ſtumpfe Ecken oder Kugeln ganz indifferente Licht alle dieſe Formen auch an.

b) Die phosphoreſcirenden Röhren leuchten noch lange fort (§. 274. 275). Haftete hier das Licht nicht an der Subſtanz, ſo müßte es augenblicklich verſchwinden. Steht die Röhre vertical, ſo fällt oft ein Lichtfunken von der obern Spitze vertical abwärts, um das Queckſilber zu erreichen.

c) Blitz und Schall des Donners haben ſehr ungleiche Geſchwindigkeit: der Blitz kömmt nicht geſchwinder ins Auge, als der Schlag das Gebäude trifft und zerſtört, welches man einigermaßen bemerken kann, wenn der Blitz auf weit entfernte Bäume fährt.

d) Kein Metall kann durch electriſche Schläge zum Phosphoreſciren gebracht werden, weil es die Electricität ſogleich wieder abgiebt, wodurch das Licht verſchwindet. Und obgleich iſolirte Metalle längere Zeit Zeichen von Electrität am Electrometer zeigen, ſo leuchten ſie dennoch nicht, weil dazu noch mehr erfodert wird (§. 267–272).

e) Alle Geſetze der Lichterſcheinung (§. 267–272) erweiſen daſſelbe.

a) Nicht alle Körper erfordern gleichen Lichtreiz, um zu phosphoresciren.

Cantons Phosphor wird schon durch einen kleinen Funken des Conductors, selbst in der Entfernung eines Zolles vorbeygezogen, leuchtend.

Bey Kreide ist auch ein Funken hinreichend, aber er muß stärker seyn und nahe an ihrer Oberfläche weggleiten.

Eben so verhält sich die Sache bey den Lichtsaugern (§. 170-174).

b) Die Phosphorescenz ist von längerer Dauer, je schwächer der Reiz ist, mit welchem sie kann erregt werden; doch giebt es mehrere Ausnahmen.

c) Ein zweyter und dritter Schlag kann zwar Körper zum Leuchten bringen, welche auf den ersten Schlag noch dunkel bleiben. Unterdessen giebt es ein gewisses Maximum der Helligkeit, welches durch oft wiederholte Schläge nicht weiter befördert wird.

Eben so bey Lichtsaugern und Lichtmagneten.

d) Die vorgängige Erwärmung erleichtert bey vielen Körpern (bey allen vegetabilischen und thierischen Substanzen) das Phosphoresciren.

Bey derbem Kalkstein, Kreide, Schwerspath, Knochen, Muscheln u. dgl. wird das Leuchten durch einen mäßigen Grad von Calcination befördert. Man sehe oben Lichtmagnete durch Calcination (§. 175).

e) Die Berührung eines trocknen Körpers vermindert die hervorgebrachte Phosphorescenz nicht; auch der Hauch des Mundes zerstört sie nicht. Florentiner Alabaster behielt sein sapphirblaues Licht selbst unter Wasser noch bey.

Auch die leuchtenden Seethiere, faules Holz, durch Reiben erzeugtes Licht unter Wasser ꝛc. noch sichtbar.

f) Jede Phosphorescenz hat in den ersten Augenblicken eine eigenthümliche Farbe, nach einigen Sekun-

den geht sie aber bey allen Körpern in ein bleibendes Blaß über.

Eine ähnliche Erscheinung haben Beccari und Wilson auch bey dem Canton'schen bemerkt.

g) Der größte Theil der nicht leuchtenden Fossilien fällt in die Klasse der thonartigen, insbesondere der gefärbten.

Poröse und verschlackte vulcanische Producte, so wie metallische Verglasungen geben kein phosphorisches Licht; eben so kein Metall, wohl aber einige Metalloxyde.

h) Diese Phosphorescenz ist lediglich das Product des äußern Lichtreizes, und unabhängig sowohl von der electrischen Materie, als von der Erschütterung.

Von diesem für uns wichtigen Satze hat sich Kortum durch viele Versuche versichert.

Ein Leuchten, welches auch unter Wasser noch fortdauert, kann doch nicht sein Daseyn und seine Fortdauer der Electricität zu verdanken haben.

Electrisches Licht, welches auch durch Glasplatten die Phosphorescenz bewirkt, und zwar nur auf unbedeckten Stellen, (NB. mit Staniol bedeckte blieben dunkel) muß als Licht wirken.

Phosphorescenz, welche bey gleicher Dicke der Glasplatten und gleich starker Ladung desto schwächer ist, je undurchsichtiger die Glasplatten sind, kömmt nur von der Beleuchtung her ꝛc.

Rubin ist kein Lichtsauger, und kann auch durch Electricität nicht phosphorisch werden.

Faules Holz leuchtet für sich im Dunkeln, und erhält keinen Zuwachs von Schimmer durch electrische Funken.

Gebrannte Austernschalen leuchten mit prismatischen Farben sowohl durch Sonnen- als durch electrisches Licht.

Aus allem bisher gesagten scheint also der Schluß hervorzugehen, daß das electrische Licht von dem Sonnenlichte nicht verschieden sey; allein den Grund anzugeben, das Band aufzudecken, welches das Licht so sehr an den electrischen Stoff hält, daß es bey allen electrischen Ausbrüchen sich äußert, und wenn es auch davon getrennt scheint, sich doch wieder darin vorfindet, dieß ist wohl schwerer zu bestimmen.

Wiederherstellung der Metallkalke durch Electricität.

§. 279.

In der lehrreichen Beschreibung der mit der Teylerschen Maschine veranstalteten Versuche kommen mehrere Beyspiele sowohl von Verkalkung als Wiederherstellung der Metalle durch Electricität vor. Diese schnurgerade entgegengesetzten Wirkungen einer und derselben Ursache scheinen mit sich selbst im Widerspruch zu stehen: sie würden auch schwer zu erklären seyn, wenn wir nicht wüßten, daß bey allen electrischen Funken oder Entladungen zwey oder vielleicht noch mehrere Stoffe zum Vorschein kommen, Licht nämlich, und electrisches Principium (dessen Beschaffenheit wir noch als unbestimmt voraussetzen), wovon jedes seine eigne Wirkung hat.

Sehen wir nun, daß derselbe Funken jezt Bley verkalt, ein andermal Minium reguliniſch wieder herstellt, so ist nichts natürlicher als der Schluß, daß diese entgegengesetzten Wirkungen auch zweyerley Principien zum Grunde haben, und daß erstere vielleicht dem electrischen Stoffe, leztere aber dem electrischen Lichte zuzuschreiben sey.

Diese Vermuthung wächst beynahe bis zur Gewißheit an, wenn wir uns erinnern, daß das Sonnenlicht die Kraft besitzt, die Desoxydation mancher Metalle zu bewirken (§. 125 sqq.) und daß electrisches Licht vom Sonnenlichte seiner Natur nach nicht verschieden ist (§. 278).

§. 280.

Schon Beccaria *) und Graf von Milly **) ſtellten durch electriſche Schläge mehrere Metalle her.

Herr von Marum machte ſich's zu einem ſeiner erſten Geſchäfte, dieſe Verſuche zu wiederholen ***), um ſo mehr, da Briſſon und Cadet ſtarke Einwendungen gegen des Herrn von Milly Reſultate machten ****).

Da man ſelbſt 1785 noch die Meynung hegte, derley Verſuche könnten nicht anders als durch den heftigſten Schlag den erwünſchten Erfolg hervorbringen, ſo machte van Marum ſogleich von ſeiner neugebauten Batterie Gebrauch. Der Erfolg war, daß Mennig, Bleyweiß, Zinnaſche, Zinnkalk und Spießglaskalk ſehr deutlich, und Eiſenſafran ſchwach reducirt wurden.

Nach einigen Jahren kam van Marum auf den Gedanken, die Wiederherſtellung durch bloße öfters wiederholte Funken zu verſuchen, und wie ſich nach unſern dermaligen Kenntniſſen erwarten ließ, der Verſuch gelang.

Mennig wurde ſehr ſchnell wieder hergeſtellt, ſo daß man nach einigen Minuten das hergeſtellte Bley deutlich erkennen konnte.

Rother Queckſilberkalk wurde auch ſehr ſchnell reducirt. Das Queckſilber zeigte ſich an der innern Fläche der Glasröhre in Geſtalt eines ſchwarzen Staubes, welcher größtentheils aus Queckſilberkügelchen beſtand.

---

*) Lettre dell' Elettricismo p. 282. Prieſtleys Geſchichte der Electricität, S. 185 der deutſchen Ueberſetzung.

**) Journal de Physique, Tom. IV. 1774. Août. p. 146.

***) Description d'une trésgrande Machine électrique, p. 182. oder S. 37 der deutſchen Ueberſetzung.

****) Memoires de l'Acad. Roy. des sc. de Paris 1775. p. 243.

Weißes Bleyoxyd wurde in geringerer Menge hergestellt; mit Zinn- und rothem Eisenkalk gieng es aber nicht an (a. a. O. 2te Forts. S. 38 der deutsch. Uebers.)

§. 281.

Diese Versuche sind jenen sehr ähnlich, welche ich von der Entsäuerung der Metalloxyde durch Licht (§. 124-126) angeführt habe. Einige, z. B. alle Queckſilberoxyde, werden durch gemeines Sonnenlicht nach und nach wenigstens unvollkommen reducirt; andere fodern das concentrirte Licht einer mittelmäßigen Brennlinse, oder wohl gar die heftigste Wirkung des großen Trüdaineschen Glases. Einige endlich außer der Wirkung des Lichtes auch noch die Hülfe eines Beysatzes (§. 127 sqq.)

Gerade so geht es mit dem electrischen Lichte. Die am leichtesten reduciblen Oxyde werden durch bloße Funken, wenn man sie längere Zeit darüber wegstreichen läßt, hergestellt. Man muß aber nicht erwarten, daß dieses in ein paar Minuten geschehe. Wie lange müssen solche Substanzen nicht dem Sonnenlichte ausgestellt seyn, bis sie nur in Halboxyde übergehen?

Bey andern muß das Licht durch die Schläge einer Verstärkungsflasche unterstützt werden, und wenn auch diese nicht hinreichen, so muß man eine Teylersche Batterie zu Hülfe rufen, und auch hier die Schläge noch wiederholen. Dann wird man seinen Zweck erreichen, wenigstens mit einem Beysatze, gewöhnlich auch ohne demselben.

§. 282.

Ganz anders denke ich von der Verkalkung der Metalle. Diese wird nicht durch Licht, sondern durch die electrische Materie bewirkt. Wie? das ist eine Frage, welche von verschiedenen gar verschieden beantwortet wird. Man sollte glauben, Electricität wirke hier wie Feuer; die Kügelchen geschmolzener Metalle glühen ja,

wenn der Schlag einer Batterie durchfährt: das Thermometer steigt u. s. f. Alles dieses überzeugt mich noch nicht, daß der electrische Schlag wie Feuer wirkt.

Kann man denn nicht Eisen durch Hammerschläge bis zum Rothglühen erhitzen?

Wird nicht condensirte Luft so heiß, das ein Schwamm zu glühen anfängt?

Fährt nicht aus einer Windbüchse beym Abschießen im Dunkeln ein Feuerstrom heraus?

Wer wird deswegen behaupten, aus dem Schmiedehammer ströme Hitze in das Eisen hinüber?

Doch ich will mich bey dieser Frage nicht länger verweilen, weil sie nicht zur Sache gehört. Die Bestandtheile der electrischen Materie können mit jenen des Wärmestoffes dieselben, und die Wirkungen beyder Stoffe dennoch sehr verschieden ausfallen. Kann denn nicht das Säureprincip in der electrischen Materie selbst enthalten seyn? —

Vermischte Bemerkungen.

§. 283.

Die Erscheinungen des electrischen Lichtes liefern einen neuen Beweis, daß Licht und Wärme zwey ganz verschiedene Sachen sind.

Uebrigens scheint der Meynung, daß Sonnen- und electrisches Licht eine und dieselbe Substanz sind, die Erfahrung entgegen zu stehen, daß electrisches Licht allein in den Körpern nicht Wärme erregt, was doch durch Sonnenlicht geschieht. Allein es geschieht vermuthlich nur darum nicht, weil es nicht in unserer Gewalt steht, einen ununterbrochenen Strom von electrischem Lichte in solcher Intensität und Dauer auf einen Körper hinzuleiten, oder durch Brennspiegel zu verdichten, daß diese Wirkung unsern Sinnen und Werkzeugen bemerklich würde: gerade so, wie beym Mondeslicht.

Man kann aber noch eine andere Urſache angeben. Electriſches Licht bleibt immer mit ſeinem Subſtrate, dem electriſchen Stoffe in Verbindung, und dadurch wird vielleicht ſeine Wirkung auf den den Körpern beywohnenden Wärmeſtoff gehindert, und entkräftet.

§. 284 a.

Es giebt keine irreſpirable Gasart, durch welchen der electriſche Funken nicht kann geleitet werden, und in welcher er nicht mit Licht ausbricht *). Derley Verſuche ſind eben ſo leicht zu veranſtalten, als ſie oft ſind wiederholt worden.

Van Marum hat zugleich die Veränderungen bemerkt und genau beſtimmt, welche die unterſuchte Gasart dabey leidet. Dieſes gehört nicht zu meiner Frage. Aber das Factum ſelbſt, die Lichtentwickelung in Gasarten, welche nach dem Eingeſtändniß der Lavoiſier'ſchen Partey ſelbſt keinen Sauerſtoff zum Beſtandtheil haben, in welchen kein Verbrennen vorgeht, giebt doch einen neuen Beweis,

daß Lichtentwickelung ohne Verbrennen möglich iſt;

daß bloßes Leuchten auch ohne Daſeyn von Sauerſtoffgas vor ſich gehen kann;

daß das Sauerſtoffgas nicht die einzige Quelle des Lichtes leuchtender Körper iſt;

daß das Leuchten mancher Phosphore auch in irreſpirablen Gasarten, auch unter Waſſer u. dgl. gar wohl erklärbar iſt.

---

*) Nur das kochſalzſaure Gas macht hierin einige Ausnahme: indem der Funken nicht durchgeht, wenn nicht die Schlagweite, in Vergleich anderer Gasarten, beträchtlich vermindert wird. Van Marum mußte bey ſeiner großen Maſchine die Drätte bis auf 2½ Zoll, und nach 5 Minuten auf 1½ Zoll nähern, um fortdauernde Funken durchleiten zu können. (Description etc. p. 126)

§. 284 b.

'sGravesande war meines Wissens der erste, welcher unter der Glocke der Luftpumpe selbst eine kleine Electrisirmaschine in Bewegung setzte. (Physices Elementa mathematica, T. II. p. 676. §. 2483 sqq.)

Auch in verdünnter Luft zeigte sich am Reibzeuge electrisches Licht.

Licht der Voltaischen Säule.

§. 285.

Wenn ich von dem Grundsatze ausgehe, daß die electrischen und galvanischen Erscheinungen von denselben Grundprincipien herrühren, und die verschiedenen Wirkungen derselben nur von Umständen abhangen, welche den Grundstoffen selbst nicht wesentlich sind, so kann ich von den Lichtphänomenen der Voltaischen Säule nicht viel mehr erwarten, als was bey denen der Electricität bereits vorkömmt. Vielmehr stehen jene in gewißer Rücksicht weit hinter diesen zurück, da die Erregungsart des Galvanismus sowohl als die Anhäufung, Fortpflanzung, Mittheilung und Entladung von jener der Electricität in vielen Stücken abweicht, und wenn ich es sagen darf, viel eingeschränkter ist.

Da ich es nun hier wiederum bloß mit dem Lichte und nicht mit dem galvanischen Lichte selbst zu thun habe, so will ich nach eben der Methode wie bey der Electricität, unabhängig von allen Hypothesen, die Hauptphänomene anführen *).

---

*) Mein Apparat enthält alles nöthige zu den Galvanisch-Voltaischen Versuchen. Die Batterie ist 500 Paar Zink- und Kupferplatten stark, von der Größe eines Laubthalers.

§. 286.

Gesetze der Lichterscheinung.

a) „Ohne Uebersprung durch Luft oder einen andern schlechten „Leiter wird kein Funken sichtbar; aber auch dann nur bey „einer erhöhten Intensität der galvanischen Electricität."

b) „Bey sehr wirksamen Batterien giebt jeder Pol sich sicht„bare Funken, ohne Kettenschließung."

c) „Doch stärkere und mehr ausgebreitete durch Schließen der „Kette."

Man war anfangs der Meynung, daß bey Voltaischen Säulen keine Schlagweite Platz habe, sondern daß der Funken durch unmittelbare Berührung und Friction müßte hervorgelockt werden. Allein das Gegentheil ist nun erwiesen. Freylich muß man zuweilen das Mikroskop zu Hülfe rufen, um diese kleine Distanzen zu bemerken; allein bey wirksamen Batterien springen sie auch auf eine Entfernung von 1, 2 bis 3 Linien über.

Eben so wußte man lange die Funken nicht anders, als durch Schließung der Kette zu erhalten: und auch so wollten sie nicht jedem Experimentator glücken. Offenbar kömmt hier das Meiste auf die geschickte Anrichtung an, vorzüglich aber auf die Stärke der Batterie.

d) „Die Quantität und Qualität der Funken hängt ab
„von der Größe der Platten, oder ihrem Flächenraum;
„von der Anzahl der Platten, oder von der Stärke der „Ladung;
„von der Beschaffenheit der Platten, oder welche Substan„zen und Metalle man wählt;
„von der Beschaffenheit der Flüssigkeit, womit die Pappen „benetzt werden;
„von der Beschaffenheit der Excitatoren."

Daß das Verbrennen der Metalle im Sauerſtoffgas viel lebhafter als in gemeiner Luft vor ſich gehe, ließ ſich erwarten. Geht die galvaniſche Leitungskette durch eine mit dieſem Gas gefüllten Recipienten, ſo laſſen ſich Eiſendrath, Bleydrath, Zinnſtreifen u. dgl. mit vieler Heftigkeit und Funkenſprühen verbrennen. Nur wird man hier kaum eine Schlagweite bemerken.

Van Marum brachte die Voltaiſche Säule ſelbſt unter einen mit Sauerſtoffgas gefüllten Recipienten. Die Erſchütterungen der Säule waren darin ſtärker, die Funken viel größer, glänzender und leichter zu erhalten, als je zuvor. (Gilberts Annalen der Phyſik, B. X, S. 155).

Merkwürdiger für unſere Frage iſt der Umſtand, daß auch in irreſpirablen Gasarten Lichterſcheinungen ſich zeigen.

Nachdem der Recipient des vorigen Verſuches ausgepumpt war, füllte man ihn mit Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas; als nun die Spannungen, die Erſchütterungen und die Funken der darunter ſtehenden Säule unterſucht wurden, fand man ſie denen in gemeiner Luft vollkommen gleich.

Wurde darauf Stickſtoffgas hinein gelaſſen, ſo verhielt ſich alles gerade ſo. (a. a. O.)

Macht man den Verſuch mit einiger Abänderung, ſo nämlich, daß nicht die Säule ſelbſt unter dem Recipienten ſteht, ſondern nur die Leitung durchgeführt wird (welches mir zweckmäßiger ſcheint) ſo wird man in irreſpirablen Gasarten zwar kein Verbrennen der Metalle zuwege bringen, aber das Funkenſpiel wird ſo wenig als bey der Electricität ausbleiben.

Auch die franzöſiſchen Chemiker geſtehen ein, daß im Waſſerſtoffgas, Stickgas und kohlenſaurem Gas ein Glühen des Drathes, doch ohne deutliche Funken, bemerkt wird. Sie machten ihre Verſuche mit 8zölligen Platten. (Gilberts Annal. d. Ph. VIII. 372)

Endlich konnte Davy mit ſeinem großen Trogapparat ein Stück Kohle in ſalzſaurem Gas zwey Stunden lang weißglühend erhalten, ohne daß ſie ſich merklich verzehrte (Gilberts Annal. XII. 359), wobey man auch lebhafte Funken bemerkte.

Zerſetzung des galvaniſchen Lichtes.

§. 289.

Die Voltaiſche Säule iſt in gewiſſer Hinſicht inſtructiver als die Electriſirmaſchine. Iſt die Batterie einmal gebaut und die Verbindung der beyden Pole hergeſtellt, ſo dauern ihre Wirkungen unaufhörlich fort, die Ladung hält in ihrer ganzen Stärke Tagelang aus, und bey jeder Trennung und Schließung der Kette erneuert ſich das ſchönſte Funkenſpiel. Die Zerſetzung des Lichtes in ſeine urſprünglichen gefärbten Strahlen zeigt ſich hier viel ſchöner als bey der Electricität. Man ſieht ganze Feuerbüſchel und Feuerſonnen.

Das Farbenſpiel bey der Voltaiſchen Säule hängt vorzüglich von drey Umſtänden ab, nämlich:

a) von der Stärke der Ladung;
b) von der Oxydabilität und Geſtalt der Leiter;
c) von der Beſchaffenheit des Mediums.

§. 290.

a) Es giebt für jede belegte Fläche einen Grad von Spannung, unter welcher bey ihrer Entladung durchaus kein Funken zu ſehen iſt. Sobald dieſer Grad überſtiegen iſt, zeigt ſich ein kleiner rother Funken. Wächſt die Stärke der Säule oder Batterie, ſo vergrößert ſich auch der Funken; dann zeigt ſich gewöhnlich in der Mitte des rothen Feuerſternes ein bläulichter, auch bläulichgrüner Punct, welcher ſo zu ſagen den Kern, den Mittelpunct des Feuer-

rades ausmacht. Platten von großer Oberfläche werden dieſes Phänomen immer gewähren *).

b) Sehr viel kömmt es darauf an, womit man die Funken lockt.

Geſpitzter Eiſendrath auf Zink
Goldblättchen auf Kohle } geben ſehr ſchöne Funken.
Silberblättchen auf Queckſilber

Jedes Metall zeigt dann beym Verbrennen eine andere Farbe:

Gold: gelblich- oder bläulichweiß;
Silber; blaßgrün oder grünlichblau mit röthlichen Ränden;
Zinn: zolllange feuerrothe Funken mit einem blauen Stern;
Bley: eine violete Schwefelflamme, mit rothen Funken;
Wismuth eben ſo;
Kupfer, bläulichweiß; Zink eben ſo; item Arſenik;
Eiſen: rothes Feuer mit einem bläulichen Kern;
Molybdän: äußerſt kleine ſtarkrothe Funken mit heftiger Erhitzung.

c) Welchen Einfluß das Medium hat, erhellt aus den Verſuchen in verdünnter Luft, im Sauerſtoffgas und andern Gasarten.

Da im Guerike'ſchen Vacuum immer nur die blauen, bläulichweißen Strahlen zum Vorſchein kommen, die rothen aber nur bey allmäliger Hinzulaſſung der Luft; ſo ſcheint die Vermuthung gegründet, daß dieſe eine Folge des Verbrennens, die blauen aber eine wahre Ausſtrömung verrathen. Und ſo erklärt ſich auch, warum man im ausgebreiteten rothen Stern einen blauen Mittelpunct bemerkt.

Ferner zeigt ſich hier wieder die Aehnlichkeit zwiſchen galvaniſchem und electriſchem Lichte (§. 273). Die am meiſten brech-

*) Wenn ich die electriſchen Verſuche (§. 274 2. b) mit der Glasröhre β mit verdünnter Luft mache, ſo erſcheint am Ausſtrömungsdrath gleichfalls ein doppelt gefärbter Lichtbüſchel, der auswendig weiß und hell ſtrahlt, am Drath aber einen blauen Kern hat.

Endlich konnte Davy mit seinem großen Trogapparat ein Stück Kohle in salzsaurem Gas zwey Stunden lang weißglühend erhalten, ohne daß sie sich merklich verzehrte (Gilberts Annal. XII. 359), wobey man auch lebhafte Funken bemerkte.

Zersetzung des galvanischen Lichtes.

§. 289.

Die Voltaische Säule ist in gewisser Hinsicht instructiver als die Electrisirmaschine. Ist die Batterie einmal gebaut und die Verbindung der beyden Pole hergestellt, so dauern ihre Wirkungen unaufhörlich fort, die Ladung hält in ihrer ganzen Stärke Tagelang aus, und bey jeder Trennung und Schließung der Kette erneuert sich das schönste Funkenspiel. Die Zersetzung des Lichtes in seine ursprünglichen gefärbten Strahlen zeigt sich hier viel schöner als bey der Electricität. Man sieht ganze Feuerbüschel und Feuersonnen.

Das Farbenspiel bey der Voltaischen Säule hängt vorzüglich von drey Umständen ab, nämlich:

a) von der Stärke der Ladung;
b) von der Oxydabilität und Gestalt der Leiter;
c) von der Beschaffenheit des Mediums.

§. 290.

a) Es giebt für jede belegte Fläche einen Grad von Spannung, unter welcher bey ihrer Entladung durchaus kein Funken zu sehen ist. Sobald dieser Grad überstiegen ist, zeigt sich ein kleiner rother Funken. Wächst die Stärke der Säule oder Batterie, so vergrößert sich auch der Funken; dann zeigt sich gewöhnlich in der Mitte des rothen Feuersternes ein bläulichter, auch bläulichgrüner Punct, welcher so zu sagen den Kern, den Mittelpunct des Feuer-

rades ausmacht. Platten von großer Oberfläche werden dieses Phänomen immer gewähren *).

b) Sehr viel kömmt es darauf an, womit man die Funken lockt.

Gespitzter Eisendrath auf Zink
Goldblättchen auf Kohle } geben sehr schöne Funken.
Silberblättchen auf Queckſilber

Jedes Metall zeigt dann beym Verbrennen eine andere Farbe:

Gold: gelblich- oder bläulichweiß;
Silber: blaßgrün oder grünlichblau mit röthlichen Rändern;
Zinn: zolllange feuerrothe Funken mit einem blauen Stern;
Bley: eine violete Schwefelflamme, mit rothen Funken;
Wismuth eben so;
Kupfer, bläulichweiß; Zink eben so; item Arsenik;
Eisen: rothes Feuer mit einem bläulichen Kern;
Molybdän: äußerst kleine starkrothe Funken mit heftiger Erhitzung.

c) Welchen Einfluß das Medium hat, erhellt aus den Versuchen in verdünnter Luft, im Sauerstoffgas und andern Gasarten.

Da im Guerike'schen Vacuum immer nur die blauen, bläulichweißen Strahlen zum Vorschein kommen, die rothen aber nur bey allmäliger Hinzulassung der Luft; so scheint die Vermuthung gegründet, daß diese eine Folge des Verbrennens, die blauen aber eine wahre Ausströmung verrathen. Und so erklärt sich auch, warum man im ausgebreiteten rothen Stern einen blauen Mittelpunct bemerkt.

Ferner zeigt sich hier wieder die Aehnlichkeit zwischen galvanischem und electrischem Lichte (§. 273). Die am meisten brech-

*) Wenn ich die electrischen Versuche (§. 274 2. b) mit der Glasröhre β mit verdünnter Luft mache, so erscheint am Ausströmungsdrath gleichfalls ein doppelt gefärbter Lichtbüschel, der auswendig weiß und hell strahlt, am Drath aber einen blauen Kern hat.

haren Strahlen fahren in verdünnter Luft am erſten heraus. Daß ſich aber der poſitive Pol von dem negativen durch ein eigenes Farbenlicht unterſcheiden ſoll, ſcheint mir nicht durch gleichförmige Reſultate beſtätiget, und eben ſo wenig als bey der Electricität gegründet. Wenigſtens reichen die Verſuche noch nicht hin, einen Ausſpruch zu thun.

Wirkungen des galvaniſchen Lichtes auf andere Körper.

Verkalkung der Metalle.

§. 291 a.

Aus den Verſuchen mit einer Voltaiſchen Batterie von 400 Plattenpaaren finde ich mich berechtiget, folgende Reſultate als zuverläſſig anzugeben:

a) Alle Metalle, als Gold-, Silber-, Kupfer-, Zinnblättchen, Zinkdrath u. a. können durch den verſtärkten Funken verbrennt werden, ſo gut als durch den Schlag einer electriſchen Batterie.

b) Wird dieſes Verbrennen in geſchloſſenen Glasröhren vorgenommen, ſo wird ſich das Oxyde des verbrannten Metalles allemal an den Wänden der Röhre vorfinden und unterſuchen laſſen.

c) Die Farben der Oxyde, welche durch Electricität oder Galvanismus bewirkt werden, ſehen ſich einander ähnlich.

d) Dieſer Verbrennungs- und Oxydationsproceß durch Galvanismus geht nicht nur im Säuerſtoffgas, ſondern in allen auch irreſpirablen Luftarten vor, und zwar mit gleichgutem Erfolge.

e) Wird der Verſuch im Sauerſtoffgas oder in andern ſauerſtoffhaltigen Gaſen vorgenommen, ſo iſt die Luftverminderung viel geringer als ſonſt, z. B. durch Hitze oder Electricität; ja ſie iſt kaum bemerkbar.

Dieses beweist eine Oxydation durch Zersetzung des Wassers *), unterstützt die Meynung der Madame Fulhame (§. 140 S. 107), und bestärkt mich in der Meynung, daß hier nicht nur galvanische Materie, sondern auch Licht indirecte zur Oxydation beytrage (§. 116. 146). Ueberhaupt läßt sich Wasser durch kein Mittel so leicht zersetzen als durch die Voltaische Säule: daher auch die Oxydationen nirgends so leicht vorgehen, als wenn man die Voltaische Kette durch Wasser leitet.

Wiederherstellung der Metalle.

§. 291 b.

Wir haben schon oben (§. 280-282) gesehen, daß durch ein und dasselbe Mittel Metalle verkalkt und Metallkalke wieder hergestellt werden. Dieses so seltsame Phänomen ergiebt sich auch bey der Voltaischen Säule. Eben die Metalloxyde, welche durch den verstärkten Funken einer wirksamen Batterie entstanden sind, können durch die sanfteste Wirkung einer einzigen Voltaischen Säule auf nassem Wege wieder regulinisch dargestellt werden.

a) Wird eine Glasröhre mit einer Zinkauflösung gefüllt und mittelst Golddräthen die Verbindung der Pole hergestellt, so schlägt sich beym Silberpol der Zink regulinisch nieder, und beym Zinkpol wird Säure frey.

b) Nimmt man statt Zinkauflösung in obiger Anrichtung salpetersaures Kupfer und Silberdräthe, so wird der Drath am negativen Pol (Silberpol) mit Kupfernederschlag überzogen, und der Drath am positiven Pol wird oxydirt.

---

*) Denn welche Gasart enthält ~~nicht schon für~~ sich, und besonders durch die Bildungs- und Entbindungsart Wasser? Welche Glasröhre ist ganz von Feuchtigkeit frey? Wie kann man eine Glasröhre mit einer bestimmten Gasart füllen, daß nicht Feuchtigkeit sich beymische?

c) Wenn man Silbernadeln durch die Korke einer mit deſtillirtem Waſſer gefüllten Glasröhre ſteckt, und dann mittelſt dieſer Dräthe die Kette ſchließt, ſo wird ſich die Drathſpitze am poſitiven Pol gelb oxydiren; dieſes Oxyd wird dann von dem Drath des negativen Poles angezogen, desoxydirt und in ſchwarzen Dendriten abgeſetzt, als ein wahres Halboxyde von Silber.

Es iſt nämlich eine allgemeine Regel der Säule, daß Oxydationen auf der poſitiven Seite (am Zink- oder Oxygenpol), hingegen die Desoxydationen an der negativen (am Silber- oder Hydrogenpol) ſich ergeben.

d) Eine ſchwache Desoxydation auf trocknem Wege erhält man ſo: Man fülle eine Schale mit Queckſilber, welches bereits mit einer Haut überzogen, d. h. ſchwach oxydirt iſt, leite in daſſelbe den eiſernen Drath des negativen Poles, und ſchließe die Kette mit dem Drath des entgegengeſetzten poſitiven Poles, indem man die Spitze deſſelben mit dem Queckſilber in einiger Entfernung vom andern in Berührung bringt. Mit jeder Schließung der Kette wird ſich nicht nur ein Funken, ſondern auch auf der Oberfläche des Queckſilbers ein runder Flecken ergeben, welcher nichts anders als desoxydirtes Queckſilber iſt.

Es giebt kaum ein Metall, welches man auf naſſem Wege nicht ſchon reducirt hätte; allein da ſich hier keine Lichtentwickelung ergiebt, ſo dienen ſie nicht zu meinem Zwecke; auf trocknem Weg aber hat es noch Niemand verſucht, ſo viel ich weiß. Mich hindert gegenwärtig nichts als die Kürze der Zeit, um eigne Verſuche hierüber zu machen, welche vielleicht noch könnten nachgetragen werden. Allein ſie werden uns keine neue Eigenſchaft des Lichtes kennen lehren.

Ueberſicht des fünften Abſchnittes.

§. 292.

Nichts iſt ſchwerer, als zu erklären, wie Licht, dieſe äußerſt feine mit der irdiſchen Materie nichts gemein habende Subſtanz, ein Zuſammengeſetztes iſt. Dennoch läßt ſich das Factum ſelbſt nicht läugnen.

Gleichwie wir in den vorigen Abſchnitten die Wirkungen des Lichtes auf die Körper betrachtet haben, ſo zeigen ſich in dieſem (§. 245-265) umgekehrt die Wirkungen der Körper auf das Licht.

Ein vollkommen durchſichtiger Körper ſcheint auf das Licht nichts zu vermögen; denn er läßt es nach allen Richtungen durchgehen, und dennoch zerlegt er es in ſeine Beſtandtheile. Daß auch dunkle Körper ſo eine Zerlegung bewirken, ſcheint mir ausgemacht, indem ſie gewöhnlich nur Strahlen von beſtimmter Farbe zurückſchicken, die übrigen abſorbiren; alſo gieng eine Decompoſition vor.

Dem Lichte iſt vermuthlich keine Subſtanz impermeabel; nur durch Anziehung wird es gehindert, auch dunkle Körper zu durchkreuzen.

Merkwürdig iſt's, daß beym Urſprung durchſichtiger Körper (wenigſtens bey denen, welche es durch die Kunſt werden) etwas dem Licht ähnliches ins Spiel kömmt (§. 235).

Die Verglaſung iſt die Wirkung eines heftigen Feuers;

Metalloxyde verglaſen ſich im Feuer bis zur völligen Durchſichtigkeit;

Die undurchſichtigſten Metalle, durch Säuren aufgelöſt, verſchwinden in einer völlig durchſichtigen Flüſſigkeit;

Waſſer und Luft, beyde durchſichtig, und beyde Oxygene enthaltend.

Freylich gilt dieſes von Diamant, Weingeiſt, und vielen andern Körpern nicht. Dennoch ſind die meiſten verbrennlichen Körper undurchſichtig.

Aus allem, was §. 245-265 iſt geſagt worden, geht der richtige Schluß hervor, daß Licht und Wärme zwey ganz zerſchiedene Stoffe ſind.

§. 293.

Daß die electriſche Materie ein Compoſitum aus Licht, und irgend einer andern noch unbekannten Materie ſey, dahin deuten alle electriſche Erſcheinungen. Dieſes Unbekannte muß aber ſelbſt wieder etwas zuſammengeſetztes ſeyn, weil doch Franklins Hypotheſe nicht hinreicht, alle, beſonders die chemiſchen Wirkungen dieſer Materie zu erklären.

Mir iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß das Säure- und alkaliſche Princip, mit Licht verbunden, die electriſche Materie ausmachen.

Beym Einſtrömen der Electricität auf die Zunge merkt man einen ſauren Geſchmack; Lackmustinctur röthet ſich beym Durchſtrömen der Electricität.

Achard ſah geſchmolzenen Schwefel durch electriſche Schläge alkaliſch werden.

Der phosphoriſche Geruch bey anhaltendem Electriſiren verräthet immer etwas eigenes.

§. 294.

Da die electriſche Materie bey ihrem Durchgange durch jede irreſpirable Gasart leuchtend erſcheint, ſo ſchließe ich mit Recht, daß das Sauerſtoffgas nicht die einzige Quelle des Lichtes iſt. (§. 284 a) Denn wäre dieſer Satz richtig, ſo könnte nicht nur in ſauerſtoffleeren Luftarten keine Lichtentwickelung ſich ergeben, ſondern es müßte auch jedem electriſchen Funken ſchon eine Luftzerſetzung vorausgehen, oder wenigſtens damit verbunden ſeyn.

Eben dieſes beweiſen die phosphoreſcirenden Röhren (§. 274. 275), das galvaniſche Licht in verſchiedenen Gasarten (§. 288), und die Verkalkung der Metalle mittelſt der Voltaiſchen Säule in irreſpirablen Gasarten, was einzig in ſeiner Art der Fall iſt. (§. 291 a.)

§. 295.

Die Zerlegung des electriſchen und galvaniſchen Lichtes (§. 273. 290) und das verſchieden gefärbte Licht electriſch-phosphoreſcirender Körper liefert uns einen neuen Beweis ſowohl von den verſchiedenen Affinitäten der prismatiſchen Farben gegen einzelne Körper, als von den Eigenheiten der urſprünglichen Lichtſtrahlen. (§. 278) Wir kennen zwar dieſe Eigenheiten zur Zeit noch wenig; nur über den blauen Strahl geben uns die in meiner Abhandlung zerſtreuten Beobachtungen einigen Aufſchluß. Es wird nicht überflüſſig ſeyn, ſelbe hier unter einen Geſichtspunct zuſammenzuſtellen.

a) Die blauen Strahlen haben die größte Brechbarkeit, und werden eben darum auch bey wachſendem Einfallswinkel am erſten aus allen reflectirt;

b) Sie entweichen aus den Körpern bey Erhitzung derſelben am erſten (§. 251);

c) Auch beym Electriſiren (§. 273 a.) und verſtärktem Galvanismus (§. 287) entweichen ſie vor andern Strahlen;

d) Sie gewähren die geringſte Erwärmung (§. 253);

e) Und auch die geringſte Beleuchtung (§. 255);

f) Sie befördern die Luftentwickelung aus den Blättern der Pflanzen nicht ſo gut, wie die rothen Strahlen (§. 271);

g) Sie befördern die Phosphoreſcenz der Körper am beſten (§. 256 d.)

h) Sie reduciren Hornſilber am geſchwindeſten (§. 132);

i) Unterhalten und bewirken die grüne Farbe der Pflanzen am kräftigſten (§. 53 e.).

Die rothen Strahlen hingegen

a) haben die geringſte Refrangibilität und Reflexibilität;

b) entweichen aus den Körpern nur bey viel ſtärkerer Erhitzung;

c) eben ſo erſcheinen ſie bey Electricität und Volta's Säule nur bey gröſſerer Intenſität oder gehemmter Leitung;

d) ſie gewähren die ſtärkſte Erwärmung;

e) und beynahe die ſtärkſte Beleuchtung;

f) befördern die Luftentwickelung beſſer als die blauen.

Dritter Theil.

Natur und Eigenschaften des Lichtes.

Sechster Abschnitt.

Haupteigenschaften des Lichtes, als Endresultate meiner Erfahrungen.

§. 296.

Nachdem ich in den fünf vorhergehenden Abschnitten alles gesagt habe, was sich meines Wissens über das Licht, in chemischer Hinsicht sagen läßt, so werfe ich nun, gleich einem Wanderer, noch einen Blick auf die zurückgelegte Bahn zurück, fasse das Mannigfaltige unter einen Gesichtspunct zusammen, um zu sehen, welche Schlüsse ganz ungezwungen, gleichsam von sich selbst, daraus hervorgehen.

Diese Endresultate stelle ich kurz in eben so vielen Paragraphen auf, und berufe mich dann, um unnütze Wiederholungen zu vermeiden, allemal auf die passenden Stellen der Abhandlung selbst, wo die Beweise davon geliefert werden. Dieß ist der natürlichste und ordentlichste Weg, die Wahrheit zu entdecken.

Als ich diese Arbeit begann, war ich frey von aller vorgefaßten Meynung. Unbesorgt, welches Endresultat hervorgehen würde, sammelte ich blos Facta: sah mich um, was bisher schon geschehen: was noch zu thun übrig: unternahm Versuche, bemerkte den Erfolg: brachte dann alles unter gewisse Rubriken, und so entstand meine Abhandlung. Was sich daraus ergiebt, ist natürliche Folge der Beobachtungen und Versuche, ist nicht mein Raisonnement, sondern die Sprache der Natur selbst.

Die Facta liegen vor Augen; jeder prüfe und schließe selbst. Ich weiß wohl, daß künstliche Versuche unter gar verschiedenen Ansichten können betrachtet werden, weiß, daß es viel auf das helle, unbefangene Auge des Beobachters ankomme, vorzüglich beym Schimmer des so leicht blendenden Lichtes: kenne gar wohl die Mißgriffe, welche viele nicht unberühmte Männer hierin gemacht haben. Ob man mich eines solchen Vorwurfes wird beschuldigen können, überlasse ich dem billigen Urtheil des sachkundigen Lesers.

Meine Abhandlung würde gar sehr angewachsen seyn, wenn ich alle entgegengesetzte Meynungen anführen, alle scheinbare Einwürfe beantworten, die offenbaren Fehltritte mancher Authoren hätte rügen wollen.

Ich schreibe hier keine Geschichte der chemischen Lehre des Lichtes, wir wollen dieses Geschäft einem Fortsetzer der so schönen Geschichte der Optik von Priestley überlassen.

Ich liefere auch keine Streitschrift. Die Einwürfe widerlegen sich selbst, sobald die entgegengesetzte Meynuug gründlich erwiesen ist. Endlich ist es meine Sache nicht, fremde Fehltritte zu rügen, welche gar oft nur vergrößert werden, gerade da man sie zu berichtigen glaubt.

Ich schmeichle mir übrigens, meine Frage so behandelt zu haben, daß Männer von Einsicht und Kenntnissen ihr den Beyfall nicht ganz werden versagen können: ja ich hoffe sehr zuversichtlich, daß über kurz oder lang alle Chemiker und Naturforscher vom Lichte mit mir gleiches Urtheil fällen und gleiche Sprache führen werden.

Die hier beantwortete Frage macht einen wichtigen Theil der neuen Chemie aus; sie ist einer von den Grundpfeilern, auf welchem das ganze Lehrgebäude muß aufgeführt werden. Ist dieser fest gegründet, so wird man bald einen zweyten (den Wärmestoff), und dann einen dritten (von den Säuren und Alkalien) eben so gut zu begründen suchen. Auf diese drey Grundpfeiler, mit Zuzie-

hurg der Affinitäten, wird das ganze Gebäude der theoretischen und praktischen Chemie sich stützen.

Freylich werden dabey unsere gegenwärtigen Systeme in ihren wichtigen Puncten eine Reform leiden; allein dieß ist das Schicksal aller neuen Systeme. Das vollkommne kömmt nicht in einem Tage hervor. Lavoisiers Verdienste bleiben nichts desto weniger unverkennbar und unvergeßlich. Er hat die Bahn gebrochen: und das ist immer das schwerste des ganzen Tagewerkes. Ungleich mehr würde er noch geleistet haben, wäre er nicht zu frühe aus der chemischen Werkstätte abgerufen worden.

Ich beginne nun die Hauptsätze von der Natur und den Eigenschaften des Lichtes kurz anzuführen.

Licht etwas wirklich existirendes.

§. 297.

Wird man nicht auf mich ungehalten seyn, daß ich hier einen Satz aufstelle, von welchem gar keine Frage mehr seyn, kein Zweifel mehr obwalten soll?

In der That müßte ich entweder mich selbst gröblich hintergangen haben, da ich durch den Verlauf meiner Abhandlung so eine Menge von Erscheinungen angeführt habe, welche die unläugbarsten Beweise von den mannigfaltigen Wirkungen des Lichtes liefern, oder es muß das Daseyn, die Existenz des Lichtes so überzeugend, als je etwas in der Sinnenwelt, erprobet seyn.

Daß ich mich nicht getäuscht habe, und daß ich nicht bin getäuscht worden, davon bin ich mir überzeugt; aber eben so gut bin ich vom Daseyn des Lichtes überzeugt. Mit dem Idealisten habe ich es hier nicht zu thun, sondern mit dem Wahrheit liebenden und auf Erfahrung sich stützenden Naturkundiger.

Was mein Auge blendet und bey zu ſtarkem Reiz meine Sehnerven lähmt,

Was die ganze Vegetation unterſtützt und den grünen Blättern Luft entlocket,

Was im Brennpuncte Körper zerſtört und umwandelt,

Was der ganzen Natur Bewegung, Reiz und Leben giebt, das muß denn doch etwas ſeyn, muß wirklich exiſtiren, wenn anders noch etwas außer meinem Ich exiſtirt.

Ob dieſes Etwas Licht, oder Wärme, oder Feuer, oder wie immer heiße, das wollen wir noch nicht unterſuchen. Genug daß es etwas von den Körpern, auf welche es wirkt, verſchiedenes iſt. Jeder Effect ſetzt eine wirkende Urſache voraus, welche ihm angemeſſen iſt. Die durch Licht hervorgebrachten Wirkungen fodern alſo nicht bloß eine Lichterſcheinung, ſondern etwas dieſer Erſcheinung zum Grund liegendes Reelles. Dieſes Reelle nenne ich Licht.

Schon Newton hat erwieſen, daß in der Theorie des Lichtes nur zwey Syſteme möglich ſind. Wer das Emanationsſyſtem verwirft, der muß mit Euler ein Vibrationsſyſtem annehmen.

Ich will jezt nicht erweiſen, daß dieſes Syſtem nicht einmal hinreicht, alle uns dermal bekannten Erſcheinungen der Optik, die Brechung, Beugung, Farbenzerlegung, Zerſtreuungskraft der achromatiſchen Objective, doppelte Brechung des Spathes u. ſ. f. hinreichend zu erklären, (es iſt dieſes bereits geſchehen, und, wie ich glaube, überzeugend dargethan) ſondern ich halte mich ganz allein an die chemiſchen Wirkungen des Lichtes, und von dieſen behaupte ich, daß ſie in der Vibrationshypotheſe ſchlechterdings unerklärbar ſind.

Es kann alſo nur das Emanationsſyſtem das wahre ſeyn. Licht iſt alſo etwas aus der Sonne und andern leuchtenden Körpern ausgeſchicktes, etwas wirklich Exiſtirendes, Reelles.

Da eine Erlauchte Kaiſerl. Akademie der Wiſſenſchaften über die Natur und die Eigenſchaften des Lichtes eine Frage vorlegt, ſo ſcheint ſie die Exiſtenz des Lichtes bereits vorauszuſetzen, und ich brauche alſo über dieſen Punct nicht weitläufig zu ſeyn.

Auch scheinen sich über das Daseyn des Lichtes gegenwärtig alle Chemiker vom ersten Range einzuverstehen.

In der That! wer dem Lichte das Daseyn abspricht, der muß, wenn er doch consequent handlen will, dem Wärmestoff, Sauerstoff, Stickstoff, und wie sie alle heißen, noch vielmehr die Existenz versagen, weil alle diese Stoffe viel weniger als jener darstellbar sind.

Licht kein materieller Stoff.

§. 298.

Wenn man unter Materie als Gegensatz des Geistes blos das versteht, was ein Gegenstand äußerer Erfahrung seyn kann, so ist Licht allerdings etwas Materielles, denn es ist äußere Erscheinung im Raume.

Allein zwischen Materie und Geist sind noch unzählbare Stufenfolgen möglich; denn nicht alles, was immateriel ist, muß darum schon Geist seyn.

Da man ferner der Materie und den materiellen Substanzen Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Theilbarkeit und Trägheit als wesentliche Eigenschaften beylegt, das Licht aber keine dieser Eigenschaften in eben der Bedeutung, wie die Körper hat, so folgt wiederum, daß sie keine Materie ist.

Licht gehört weder unter die Klasse der festen, noch der tropfbarflüssigen, noch der permanentelastischen, ausdehnbaren Körper; seine Elasticität ist von ganz besonderer Art; es dehnt sich nicht, wie Luft, nach allen Seiten aus, wenn der äußere Druck aufhört, ja es ist gar keines Druckes von aussen fähig.

Wie will ich also bey Licht von Ausdehnung reden, da ich nicht weiß, wo ich zu messen anfangen soll? da es keinen begränzten Raum einnimmt? da es keine bestimmte Figur hat? da es sich nicht einschränken läßt?

Wie soll ich einen Stoff undurchdringlich nennen, auf welchen keine äußere mechanische Kraft, kein Druck etwas vermag? Der Umstand, daß sich Licht nicht wie andere Flüssigkeiten in Gefäße einschließen läßt, und daß es den Raum nicht wie alle Körper begränzt, hätte uns längst auf den Gedanken bringen sollen, daß das Licht eine eigene, von allen übrigen uns bekannten zerschiedene Substanz sey.

Was soll ich endlich von Trägheit sagen beym Licht, welches das Bewegungsprincip der ganzen anorganischen Natur ist?

Kurz! Licht ist nicht irdischen Ursprunges, gehört nicht ausschließlich unserer Erde zu, folget den Gesetzen der Gravitation nicht, (was doch selbst der Wärmestoff noch thut) kann also mit den materiellen Substanzen unsers Erdballes ganz und gar nicht in Vergleichung kommen.

Der Wahn, daß man Licht gleich andern Gegenständen der Körperwelt als undurchdringlich annehmen müsse, hat die Kenntniß dieses Stoffes lange Zeit gehemmt und zurückgehalten. Man weiß auch, daß Euler seinen stärksten Einwurf gegen Newtons Hypothese darauf gegründet hat. Eben so bekannt ist es, welche Fictionen man sich erlaubte, diesem Einwurfe zu begegnen. Allein alles dieses soll man nun einmal vergessen.

Diese immaterielle Substanz äußert weder Druck gegen andere Körper, noch ist es fähig von aussen gedrückt zu werden.

Das Strömen des Wassers bewirkt einen Strom auch in der Luft; hingegen setzt die bewegte Luft auch das Wasser in Bewegung; allein weder der heftigste Sturm, noch das tobende Meer, vermögen nur ein Partikelchen des Lichtes durch Stoß aus seiner Richtung zu bringen. Der Experimentator setzt alle seine optischen Versuche ungestört fort, wenn gleich ausser dem Zimmer bey Sonnenschein der heftigste Sturm wüthen sollte. Wind verweht nur Wärmestoff, aber nicht Licht.

Die chemische Affinität der Körper allein vermag das Licht zu beugen, zu brechen, zu figiren, und ich möchte sagen auch zurückzuwerfen.

Schon Newton baute seine ganze Theorie des Lichtes auf Anziehung; mechanische Stoßkraft kömmt bey ihm nicht vor, selbst bey der Refraction der Strahlen nicht. Es verdient bemerkt zu werden, daß Newton da, wo er seine Theorie von der Brechung vorträgt, eine nähere Erklärung über die Natur des Lichtes von sich ablehnte. „Ich behaupte weiter nichts," sagt der bescheidne Mann, „als daß der Fortgang des Lichtes dem Fortgange der „Körper ähnlich ist. Die Frage von der materiellen oder immate„riellen Natur desselben lasse ich durchaus unentschieden." Newton sah vermuthlich ein, daß sich der Begriff von Materie, wie man sie sich damals dachte und noch denkt, mit dem feinen himmlischen Lichtstoffe nicht vereinigen lasse.

Ueber den vermeintlichen Stoß des Lichtes im Brennpuncte habe ich schon oben meine Meynung geäußert (§. 236).

Nur in dem einzigen Sinne kann man das Licht träge nennen, daß es sich seine Bewegung nicht selbst geben, sich nicht selbst in Bewegung setzen kann, welches eine Willkühr voraussetzen würde. Allein seine unermeßliche Geschwindigkeit unterscheidet es auch in diesem Puncte so sehr von allen andern Substanzen und Materien, daß auch hier keine Vergleichung statt hat. Wir kennen das Licht nur in seiner Entwickelung, und wenn ich so sagen darf, in seinem Freywerden.

Wärmestoff und Licht zwey ganz zerschiedene Substanzen.

§. 299.

Wenn ich die unbegreifliche Geschwindigkeit betrachte, mit welcher das Licht aus der Sonne zur Erde kömmt, und dann die

träge Bewegung des Wärmestoffes, die sich in unseren chemischen Werkstätten täglich zeigt, so ist es mir unbegreiflich, wie man Licht und Wärme noch als denselben Grundstoff, nur mit einiger Modification, annehmen kann. Da nun dennoch diese Meynung noch beynahe allgemein herrschend ist, so sieht man sich wider Willen gezwungen, Gegenbeweise zu führen, welches ich hier in möglichster Kürze thun will; sie liegen schon in meiner Abhandlung selbst.

I.

Alle Erfahrungen des zweyten Abschnittes, die Wirkungen des Lichtes auf das Pflanzenreich betreffend, liefern eben so viele Beweise, denn man hat dort Licht von Wärme sorgfältig getrennt: man hat die Pflanzen im Dunkeln derselben Temperatur unterworfen, wie im Lichte.

Der Reiz des Lichtes, wodurch Nutation der Pflanzen entsteht, gehört nicht der Wärme: man frage hierüber das Hedysarum gyrans (§. 22-33).

Die grüne Farbe der Blätter, die Bleichsucht im Dunkeln, ist offenbar Wirkung des Lichtes, und nicht der Wärme (§. 50-53).

Die Luftentbindung aus den Blättern befördert nicht die Wärme, sondern das Licht der Sonne (§. 64-74).

II.

Die Entsäuerungen mineralischer Säuren (§. 96-109).

Die Wiederherstellung der Metalloxyde durch Licht in einer beynahe vollständigen Induction (§. 124-142), wo nirgends Wärme ohne Licht, aber gar oft Licht ohne Temperaturerhöhung wirkte, beweisen obigen Satz hinlänglich. Ferner

Das Bleichen animalischer (§. 121) und vegetabilischer Stoffe (§. 147), wo Wärme allein nichts taugt, nur Sonnenlicht durch Wasser unterstützt wird.

III.

Die Phänomene leuchtender und verbrennender, oder auch erhitzter Körper.

Unaufhörliches, blendendes Licht ohne die mindeste fühlbare Wärme, z. B. bey Electricität, phosphoreſcirenden Röhren, faulem Holze ꝛc.

Hoher Grad der Wärme erhitzter Metalle, ohne mindeſten Lichtfunken.

IV.

Die Dämpfe des Phosphors vieler tropfbarer Flüſſigkeiten, der Salzauflöſungen u. dgl. werden vom Lichte angezogen. Ein Factum, welches rein dem Lichte und nicht der Wärme zukömmt (§. 194-205).

V.

Bey der Glühhitze treten ſolche Umſtände ein, daß man die Wirkungen des Lichtes unmöglich verkennen kann, welches durch zwanzig verſchiedene Facta erwieſen wird (§. 217-224).

VI.

Die Wirkungen des Lichtes im Brennpuncte beweiſen dieſes eben ſo deutlich.

Glas iſt ein Leiter des Lichtes, aber nicht der Wärme.

Eine Convexlinſe ſammelt Licht, aber nicht Wärme.

Ein metallener Concavſpiegel ſammelt Wärme und Licht durch Reflexion.

Eine planconvexe Linſe, als Spiegel belegt, ſammelt Licht, aber nicht Wärme (§. 228, 229).

Im Focus der ſtärkſten Brennlinſe, wo alle Metalle ſchmelzen, kann ſehr durchſichtiger Weingeiſt nicht erwärmt werden; die Luft eben ſo wenig (§. 231, 232).

Wärme kann durch einen Blasbalg geleitet, und die Luft dadurch so erhitzt werden, daß Metalle rothglühend werden; Licht aber kann durch keinen Wind, durch keinen Blasbalg geleitet oder verwehet werden (§. 232).

Auffallender Unterschied zwischen dem Schmelzen im Brennpuncte und im Schmelzofen (§. 238). Verkohlung unter Wasser (§. 232 b).

VII.

Die Erscheinungen des prismatischen-Farbenbildes beweisen die verschiedene Brechbarkeit des Lichtes nach Verschiedenheit des brechenden Mittels, welches von der Wärme nicht gilt;

die Zusammensetzung des Lichtes und seine Zerlegbarkeit in ursprüngliche Strahlen, welches gleichfalls der Wärme nicht zukommt (§. 250, 251, 256);

gleiche Grade der Wärme wirken auf den nämlichen Körper immer auf gleiche Art; aber nicht so die blauen und rothen Strahlen des Lichtes (§. 252-254).

VIII.

Der Unterschied der Erwärmung im Sonnenschein und im Schatten deutet auf zweyerley Ursachen (§. 261-263).

Leiter und Nichtleiter des Lichtes sind ganz verschieden von Leitern und Nichtleitern der Wärme (§. 264). Eis: Verhalten gegen Licht und Wärme (§. 233).

Die beständige Kälte der höhern Luftregionen läßt sich in keiner andern Hypothese hinreichend erklären (§. 265).

IX.

Das electrische Licht haftet an der electrischen Materie (§. 277 not.), und befolgt ganz andere Bewegungsgesätze als die Wärme (§. 267-272).

Die Phosphoreſcenz ſehr vieler Körper durch Electricität, ohne Erhöhung der Temperatur, zeigt, daß electriſches Licht nicht Wärme iſt, ſelbſt in der Hypotheſe nicht, wenn man electriſche Materie und Wärmeſtoff identiſch ſetzen wollte.

X.

Dieſes ſind kürzlich die Hauptgründe, welche gegen die Identität des Lichtes und des Wärmeſtoffes ſtreiten. Ich habe ſie nur mit wenigen Worten angeführt: das ausführliche muß man in der Abhandlung ſelbſt nachſehen.

Für manchen Leſer werden ſie vielleicht nicht überzeugend ſeyn; für mich, und zuverläſſig für viele andere, ſind ſie überflüſſig. Wer bedenkt

a) die augenblickliche Geſchwindigkeit des Lichtes und die langſame Fortpflanzung der Wärme;

b) daß der Wärmeſtoff den Geſetzen der Schwerkraft unterworfen iſt, Licht aber nicht,

der bedarf keines andern Beweiſes mehr, daß Licht und Wärme ganz und gar verſchiedene Subſtanzen ſind.

Nun iſt aber der eine Satz ſo gut erwieſen als der andere.

Das Licht himmliſcher Abkunft, von den großen Weltkörpern auf die ihnen untergeordneten Syſteme ausgeſchickt, iſt kein bleibender Theil der Planeten, hat alſo auch keine Schwere, hat ſo lang es rein iſt keine Eigenſchaft der Materie, wohl aber alle entgegengeſetzten.

Es ſtrahlt aus der Sonne auf die Erde nur durch ſeine Elaſticität des Wärmeſtoffes, der Luft, und anderer permanentelaſtiſchen expanſiblen Flüſſigkeiten ganz und gar verſchieden, denn es verbreitet ſich nur in geraden Linien, nicht auf alle Seiten.

Nur erſt dann, wenn es auf gewiſſe Körper ſtößt, wird es von ſeinem Wege abgelenkt, gebrochen, zerlegt, zurückgehalten. Hat es ſich von dieſen Körpern losgemacht, ſo tritt es wieder in ſeine

vorige Verbindung zurück, und entfernt sich so leicht von der Erde, als es hier angekommen ist.

Doch wird es von vielen Körpern auch zurückgehalten, und tritt mit ihnen in so nahe Verbindung, daß es gar oft erst bey der völligen Zersetzung des Körpers entweichen kann.

Geschieht dieses Entweichen in Verbindung mit Wärmestoff, wie z. B. bey verbrennenden Körpern, so muß seine Bewegung ohne Zweifel auf längere Zeit beschränkt werden. Allein bald setzt es diesen Wärmestoff an die Luft und andere durchsichtige Körper wieder ab, und nun entwischt es mit der Geschwindigkeit eines Geistes in den unermeßlichen Raum weg.

Wie ganz anders geht alles mit dem Wärmestoff! selbst in seinem freyen Zustand wie träg haftet er nicht an der Erde! wie wenig schwingt er sich in die höhern Regionen, selbst nach tausenden von Jahren nicht, welche er zu seiner gleichförmigen Vertheilung hätte verwenden können!

Daß der Wärmestoff nicht auf der Wagschaale drückt, ist wohl kein Beweis gegen seine Gravitation; man wiegt ihn ja stets in seinem Elemente. Wasser in Wasser äußert gleichfalls keinen Druck auf die Schaale.

Ich übergehe hier andere Differenzen zwischen Wärme und Licht; z. B. alle Körper werden durch Wärme ausgedehnt: durch Licht nicht. Eine äußere Kraft kann den Wärmestoff aus den Körpern ausdrücken, wie Wasser aus dem Schwamme. Zusammengedrückte Kohlen, Luft, Wasserdampf, übergeben ihren Wärmestoff an die benachbarten Körper.

Die Körper haben eine ganz andere Receptivität und Kapacität zu Wärmestoff als zu Licht u. s. f.

Die Phosphorescenz sehr vieler Körper durch Electricität, ohne Erhöhung der Temperatur, zeigt, daß electrisches Licht nicht Wärme ist, selbst in der Hypothese nicht, wenn man electrische Materie und Wärmestoff identisch setzen wollte.

X.

Dieses sind kürzlich die Hauptgründe, welche gegen die Identität des Lichtes und des Wärmestoffes streiten. Ich habe sie nur mit wenigen Worten angeführt: das ausführliche muß man in der Abhandlung selbst nachsehen.

Für manchen Leser werden sie vielleicht nicht überzeugend seyn; für mich, und zuverlässig für viele andere, sind sie überflüssig. Wer bedenkt

a) die augenblickliche Geschwindigkeit des Lichtes und die langsame Fortpflanzung der Wärme;

b) daß der Wärmestoff den Gesetzen der Schwerkraft unterworfen ist, Licht aber nicht,

der bedarf keines andern Beweises mehr, daß Licht und Wärme ganz und gar zerschiedene Substanzen sind.

Nun ist aber der eine Satz so gut erwiesen als der andere.

Das Licht himmlischer Abkunft, von den großen Weltkörpern auf die ihnen untergeordneten Systeme ausgeschickt, ist kein bleibender Theil der Planeten, hat also auch keine Schwere, hat so lang es rein ist keine Eigenschaft der Materie, wohl aber alle entgegengesetzten.

Es strahlt aus der Sonne auf die Erde nur durch seine Elasticität des Wärmestoffes, der Luft, und anderer permanentelastischen expansiblen Flüssigkeiten ganz und gar verschieden, denn es verbreitet sich nur in geraden Linien, nicht auf alle Seiten.

Nur erst dann, wenn es auf gewisse Körper stößt, wird es von seinem Wege abgelenkt, gebrochen, zerlegt, zurückgehalten. Hat es sich von diesen Körpern losgemacht, so tritt es wieder in seine

II.

Glühen. Das Leuchten der Körper durch Erhitzung (§. 180) kann man ein schwaches Glühen nennen, und es hält unter allen Bedingnissen eine zeitlang an, auch wo keine respirable Luft zugegen ist (§. 181). Eben so das Leuchten durch Friction (§. 182-184).

Der von Scheele zuerst gemachte und von den Amsterdamer Gelehrten näher bestimmte, mit vielen Abänderungen wiederholte Versuch (§. 225) liefert ein Glühen ohne Sauerstoffgas (§. 226).

Eisendrath glüht unter einer geschmolzenen Glasmasse mit Licht fort (§. 185).

Eine glühende Glasmasse kann unter einer festen Kruste noch hell glühen (a. a. O.).

Eben so die vulkanischen Laven (§. 225).

Holz wird unter Wasser durch ein Brennglas inwendig verkohlt, obwohl die äußere Kruste sich nur erhitzt (§. 232 b).

III.

Verbrennen. Es geht zwar kein wahres Verbrennen ohne Sauerstoffgas vor; allein daraus folgt nichts weniger, als daß alles beym Verbrennen freywerdende Licht seine Abkunft aus diesem Gas habe.

a) Alle bisher angezogene Facta vom Leuchten und Glühen berechtigen uns, den vorausgeschickten Satz auch auf das Verbrennen auszudehnen.

b) Das Leuchten des Phosphors ist ein langsames Verbrennen, so wie das schwache Zersetzen des faulen Holzes, und beyde Phänomene werden eine zeitlang fortgesetzt, auch da, wo sich kein Sauerstoffgas voraussetzen läßt.

c) Die Selbstentzündungen im oxydirten salzsauren Gase lassen sich in dieser Hypothese hinreichend erklären (§. 213, 214).

d) Der ganze Proceß der Vegetation (§. 84-87), die Erscheinungen der Selbstentzündungen, der Glühhitze u. s. f. (§. 218-

227), die leichte Phosphorescenz vieler Körper, die Lichterscheinungen der Electricität u. s. f., die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstrahlen (§. 249-256) beweisen hinlänglich, daß das Licht mit den Körpern chemische Verbindungen eingehe, und gar oft erst bey der Zersetzung der Körper daraus entweiche, mithin nicht aus der umgebenden Luft komme.

e) Je reiner und homogener die Luft ist, desto durchsichtiger ist sie; ein desto besserer Leiter des Lichtes; desto ärmer an Licht, so daß es vielleicht keinen so sehr von Licht beraubten Körper giebt, als gerade die reinste Luft.

f) Die so häufigen Desoxydationen der Körper durch Licht lassen sich unmöglich erklären, wenn man nicht annimmt, daß Licht sich mit dem Körper verbindet, während es Sauerstoff und Wärmestoff frey macht (§. 96-142).

g) Endlich müßte in der entgegengesetzten Hypothese jede Zersetzung des Sauerstoffgases (z. B. im Eudiometer des Fontana) mit Lichterscheinung begleitet seyn, welches nicht ist.

h) Das Verbrennen und Verkalken der Metalle mittelst der Voltaischen Batterie, in ganz irrespirablen Gasarten, vollendet den Beweis meines Satzes (§. 291 a. S. 246).

So oft sich Licht mit den Körpern verbindet, wird Wärmestoff frey.

§. 301.

Daß die Sonnenstrahlen erwärmen, weiß jedermann; auch durch Mondeslicht kann ein empfindliches Thermometer zum Steigen gebracht werden, wenn man es in den Focus eines sehr großen Brennspiegels hält.

Nun habe ich aber erwiesen, daß das Licht nicht Wärme ist, daß die Sonnenstrahlen nicht unmittelbar erwärmen.

II.

Glühen. Das Leuchten der Körper durch Erhitzung (§. 180) kann man ein schwaches Glühen nennen, und es hält unter allen Bedingnissen eine zeitlang an, auch wo keine respirable Luft zugegen ist (§. 181). Eben so das Leuchten durch Friction (§. 182-184).

Der von Scheele zuerst gemachte und von den Amsterdamer Gelehrten näher bestimmte, mit vielen Abänderungen wiederholte Versuch (§. 225) liefert ein Glühen ohne Sauerstoffgas (§. 226).

Eisendrath glüht unter einer geschmolzenen Glasmasse mit Licht fort (§. 185).

Eine glühende Glasmasse kann unter einer festen Kruste noch hell glühen (a. a. O.).

Eben so die vulkanischen Laven (§. 225).

Holz wird unter Wasser durch ein Brennglas inwendig verkohlt, obwohl die äußere Kruste sich nur erhitzt (§. 232 b).

III.

Verbrennen. Es geht zwar kein wahres Verbrennen ohne Sauerstoffgas vor; allein daraus folgt nichts weniger, als daß alles beym Verbrennen freywerdende Licht seine Abkunft aus diesem Gas habe.

a) Alle bisher angezogene Facta vom Leuchten und Glühen berechtigen uns, den vorausgeschickten Satz auch auf das Verbrennen auszudehnen.

b) Das Leuchten des Phosphors ist ein langsames Verbrennen, so wie das schwache Zersetzen des faulen Holzes, und beyde Phänomene werden eine zeitlang fortgesetzt, auch da, wo sich kein Sauerstoffgas voraussetzen läßt.

c) Die Selbstentzündungen im oxydirten salzsauren Gase lassen sich in dieser Hypothese hinreichend erklären (§. 213, 214).

d) Der ganze Proceß der Vegetation (§. 84-87), die Erscheinungen der Selbstentzündungen, der Glühhitze u. s. f. (§. 218-

das Gesagte und ohnehin gedrängt Vorgetragene hier ins Kurze zu bringen.

Ich berufe mich also auf meinen dritten Abschnitt.

Dieses Gesetz der Natur, auf welches ich schon sehr frühe kam, und mich aufmerksam machte, wird nun beynahe allgemein anerkannt. Unsere speculativen Naturphilosophen wissen es sehr gut zu benutzen, um Folgerungen daraus herzuleiten, welche zum Theil nur noch in ihrer Imagination existiren.

„Was die chemischen Wirkungen des Lichtes betrifft," sagt Schelling (Erster Entwurf eines Systems der Naturphilosophie, Jena 1799) „so reduciren sie sich alle auf die desoxidirende Eigen„schaft des Lichtes. Der Grund dieser Eigenschaft muß also in „dem Verhältniß des Lichtes zum Sauerstoff gesucht werden." Welches ist nun dieses Verhältniß? Das wird nun sehr mysteriös gezeigt, und dann so fortgefahren:

„Da nun das Licht nur Phänomen des verschwindenden „Sauerstoffes ist, so muß umgekehrt auch der Sauerstoff Phäno„men des verschwindenden Lichtes oder das seyn, was an die Stelle „des Lichtes tritt. Der Sauerstoff ist den beyden Affinitätssphären „gemeinschaftlich entgegengesetzt, eben weil er beyde trennt und beyde „vermittelt. Das Licht also muß verschwinden, wo sein Gegensatz „wieder hervortritt, und so als desoxydirendes Mittel (gleichsam „als verbrennlicher Körper) zu wirken scheinen. Aber das Licht, „d. h. das was wir Licht nennen, desoxydirt nicht, sein Ver„schwinden coexistirt nur der Desoxydation." Doch genug hievon: ich habe es hier nicht mit rein theoretischer, sondern mit Experimentalphilosophie zu thun.

Sauerstoff ein Bestandtheil des Wärmestoffs.

§. 303.

Wir wollen nun um einen Schritt vorwärts gehen, und diesen Gedanken noch weiter verfolgen.

Es bleibt also nichts übrig, als zu schließen, daß das Erwärmen durch Licht so geschehe, daß das Licht, indem es sich mit dem Körper verbindet, den Wärmestoff frey macht, und die Fähigkeit wieder giebt, fühlbare Wärme hervorzubringen, welche er durch seine Verbindung mit den Körpern ganz oder zum Theil verloren hatte.

Daß alle Körper eine gewisse Quantität Wärmestoff in gebundenem Zustande enthalten, bedarf keines Beweises.

Daß alle undurchsichtige, dunkle Körper Licht auffangen, und wenn sie nicht vollkommne Politur besitzen, auch verschlucken, ist eben so gewiß.

Daß dunkle Körper sich desto mehr erhitzen, je mehr sie Licht absorbiren, zeigt gleichfalls die Erfahrung.

Der Schluß ist also consequent, und mein obiger Satz erwiesen, wenn es anders wahr ist, daß Licht für sich nicht erwärmend ist, daß Licht nicht Wärme, keine Modification des Wärmestoffes, und der Wärmestoff keine Modification des Lichtes ist. Allein zwey so ganz zerschiedene Substanzen, deren Wirkungen sogar verschieden, selbst manchmal entgegengesetzt sind, können unmöglich Modificationen eines und desselben Grundstoffes seyn.

So oft sich Licht mit oxydirten Körpern verbindet, geht eine Desoxydation vor, wird Sauerstoff frey.

§. 302.

Ich habe diesen Satz durch so viele Fälle erwiesen (§. 89-143. u. §. 279-281).

Ich habe gezeigt, daß selbst scheinbare Oxydationen durch Licht im Grunde nichts als Desoxydationen sind (§ 143-160), daß es überflüssig wäre, hier noch etwas beyzusetzen, aber auch unmöglich,

das Gesagte und ohnehin gedrängt Vorgetragene hier ins Kurze zu bringen.

Ich berufe mich also auf meinen dritten Abschnitt.

Dieses Gesetz der Natur, auf welches ich schon sehr frühe kam, und mich aufmerksam machte, wird nun beynahe allgemein anerkannt. Unsere speculativen Naturphilosophen wissen es sehr gut zu benutzen, um Folgerungen daraus herzuleiten, welche zum Theil nur noch in ihrer Imagination existiren.

„Was die chemischen Wirkungen des Lichtes betrifft," sagt Schelling (Erster Entwurf eines Systems der Naturphilosophie, Jena 1799) „so reduciren sie sich alle auf die desoxidirende Eigen„schaft des Lichtes. Der Grund dieser Eigenschaft muß also in „dem Verhältniß des Lichtes zum Sauerstoff gesucht werden." Welches ist nun dieses Verhältniß? Das wird nun sehr mysteriös gezeigt, und dann so fortgefahren:

„Da nun das Licht nur Phänomen des verschwindenden „Sauerstoffes ist, so muß umgekehrt auch der Sauerstoff Phäno„men des verschwindenden Lichtes oder das seyn, was an die Stelle „des Lichtes tritt. Der Sauerstoff ist den beyden Affinitätssphären „gemeinschaftlich entgegengesetzt, eben weil er beyde trennt und beyde „vermittelt. Das Licht also muß verschwinden, wo sein Gegensatz „wieder hervortritt, und so als desoxydirendes Mittel (gleichsam „als verbrennlicher Körper) zu wirken scheinen. Aber das Licht, „d. h. das was wir Licht nennen, desoxydirt nicht, sein Ver„schwinden coexistirt nur der Desoxydation." Doch genug hievon: ich habe es hier nicht mit rein theoretischer, sondern mit Experimentalphilosophie zu thun.

Sauerstoff ein Bestandtheil des Wärmestoffs.

§. 303.

Wir wollen nun um einen Schritt vorwärts gehen, und diesen Gedanken noch weiter verfolgen.

„So oft sich Licht mit Körpern, welche Wärmestoff enthal-
„ten, verbindet, wird Wärmestoff frey."
„So oft sich Licht mit Körpern, welche Sauerstoff enthalten,
„verbindet, wird Sauerstoff frey."

Also verhält sich Wärmestoff und Sauerstoff gegen Licht auf gleiche Art.

Ist vielleicht gar Wärmestoff und Sauerstoff dasselbe?
Oder ist Eines Modification des Andern?
Oder ist das Eine Bestandtheil des Andern?

Alles dieses gehört zwar nicht zu meiner Frage; allein die Idee ist zu schön, als daß ich sie ganz unterdrücken sollte, um so mehr, da ich durch den Gang meiner Abhandlung so ganz natürlich bin darauf geleitet worden; und zwar wie wir sehen, durch die Wirkung des Lichtes.

Es freute mich sehr, in Winterl's klassischem Werke (Darstellung der vier Bestandtheile der anorganischen Natur, Jena 1804) ähnliche Gedanken zu finden, um so mehr, da dieser Veteran in der Chemie auf einem ganz andern Wege mit mir zusammentraf, und, was ich hier nicht thun kann, das Ganze mit Gründlichkeit und Vollständigkeit abhandelte.

§. 304.

Es ist mehr als wahrscheinlich, daß freyer Wärmestoff eine aus Sauerstoff und Alkali, oder eine aus dem sauren und alkalischen Princip zusammengesetzte Substanz sey — aus Säure- und Baseprincip, wie sich Winterl ausdrückt. Daß also Wärmestoff (besser Wärme) einer Synthes und Analys fähig sey: daß die beyden Bestandtheile bald getrennt, bald schon verbunden in Körpern vorhanden seyn können: und daß das Licht bald zu ihrer Verbindung, bald zur Trennung beyträgt; zur Verbindung,

wenn es das Hinderniß überwindt, welches die zwey Bestandtheile an den Körper hielt und unwirksam machte; zur Trennung, wenn es die Anziehung trennt, welche sie gegenseitig vereinigte. Von beyden Wirkungen finden sich Beyspiele in meiner Abhandlung.

Man überdenke folgenden streng zu erweisenden Vernunftschluß, den ich aus Winterl entlehne:

So oft zwey Dinge zum Theil oder ganz verschwinden, und an deren Stelle ein drittes zum Vorschein kömmt, auch dieses dritte mit dem Verschwinden der andern zwey immer gleichen Schritt geht, so darf man den Schluß machen, daß das dritte aus der Verbindung der zwey verschwundenen entstanden sey.

Nun entsteht allemal fühlbare Wärme, so oft eine Säure und ein Alkali mit einander zu einem Neutralsalz verbunden werden; beyde Substanzen verlieren zugleich ihre vorigen Eigenschaften, auch steht der Grad der Temperaturerhöhung in genauem Verhältnisse der Stärke der Mischungstheile, der Vollkommenheit der Vermischung, der Schnelligkeit u. s. f.

Also ist die bey dieser Mischung zum Vorschein kommende Wärme nichts anders als das Säure- und Baseprincip, welche ihre vorigen Substrate verlassen, sich mit einander vereinigen, und nun als Wärme erscheinen.

Weder die Säure, noch das Alkali ist nach der Vereinigung mehr das, was es zuvor war, indem jedes sein begeistendes Princip verloren hat. Werden sie daher in diesem Zustande von einer Ursache getrennt, welche ihnen keine neue Säurung und Alkalität beybringt, so erscheinen beyde in sehr abgestumpftem Zustande. Und dennoch findet man jene verlornen begeistenden Principien, als solche, nirgends wieder; gleichzeitig aber entsteht eine Erhöhung der Temperatur, die sich genau wie die Summe dieses Verlustes verhält. Zum Beyspiel eines Maximum, wenn ich so

sagen darf, dient die Zusammenmischung des rauchenden Vitriolöls mit frischbereitetem, gepulverten Aetzsteine, in welchem Falle die größte Temperaturerhöhung entsteht, weil beyde Ingredienzien im höchsten Grade begeistet waren. Vermischt man aber eine geschmacklose Säure mit einem geschmacklosen Alkali, so entsteht zwar eben dasselbe Neutralsalz, aber gar keine Temperaturerhöhung, weil die Mischungstheile nichts weiter zu verlieren hatten, und bereits zuvor abgestumpft waren u. s. f.

Der Satz: das Wärmeprincip ist zusammengesetzt aus dem Princip der Acidität und dem Princip der Alkalität, bleibt zwar zur Zeit noch eine Hypothese, welche vielen sehr gewagt scheinen dürfte; allein sie trägt die Empfehlung mit sich, daß sich daraus sehr viele Naturerscheinungen und chemische Processe ungezwungen und genugthuend erklären lassen.

Es ist bekannt, daß alle Frictionen entweder Wärme oder Electricität, oder beydes zugleich hervorbringen, welches wohl der allgemeinste Fall seyn dürfte. So viel ist gewiß, daß im Allgemeinen Leiter homogener Art, an einander gerieben, vorzüglich Wärme, Leiter heterogener Art hingegen Electricität geben. Wo also keine Ursache da ist, die Bestandtheile der Wärme zu trennen, da erscheint Temperaturerhöhung, wo aber der eine Körper mehr geneigt ist gesäuert, der andere alkalisirt zu werden, da geht eine Trennung vor, und es erscheint Electricität. Und so wären die Bestandtheile der Electricität gleichfalls nichts anders als die Bestandtheile des Wärmestoffes, oder die Ursachen der Acidität und Alkalität, und so wäre erregte, zum Vorschein kommende Electricität nichts anders als die Anhäufung eines der Bestandtheile des Wärmestoffs in Gestalt einer Atmosphäre aus Mangel der Fortleitung.

Man hat diese Principien längst in der Electricität vermuthet, viele electrische Versuche verriethen dieses sehr deutlich: die Erscheinungen und Wirkungen der Voltaischen Säule, der oxyge-

nirende Zinkpol, und der hydrogenirende Silberpol haben dieses beynahe bis zur Evidenz erwiesen; jener mehr, dieser weniger electrisch.

Wer weiß, ob nicht auch Magnetismus sich auf diese Grundsätze zurückbringen läßt? Daß zwischen Electricität und Magnetismus eine große Analogie herrscht, ist bekannt: daß Magnetismus sich nicht bloß auf Eisen einschränke, sondern in vielen andern Körpern erscheine, wird immer durch neue Facta unterstützt. Und so läßt sich in der Natur nach und nach alles auf einen Gesichtspunct zurückbringen, und aus sehr wenigen Principien erklären, welches doch der letzte Zweck aller unserer Forschungen seyn soll.

Ich will nun noch zeigen, welchen Bezug das Licht auf obige zwey Grundstoffe oder begeistende Principien hat.

Licht das allgemeine Bewegungsprincip der anorganischen Natur.

§. 305.

Die Materie für sich ist ohne Leben, ohne Kraft, ohne Thätigkeit, ohne Bewegung: mithin auch ohne Zusammenhang und ohne Wirkung; in so weit sind die Urstoffe aller Körper sich gleich.

Finden wir nun in den Bestandtheilen der Materie Zusammenhang, entdecken wir in den Körpern specifische Eigenschaften, welche machen, daß der eine Gold und der andere Diamant ist, so muß zur Materie bereits etwas hinzugekommen seyn, was ihr ursprünglich nicht eigen war. Diese Ursache der specifischen Eigenschaften der Körper muß doppelt seyn, weil doch nichts ohne zureichenden Grund geschieht. Von Seiten der Materie eine gewisse Empfänglichkeit eher zu dieser als zu einer andern Eigenschaft; von aussen Kräfte, welche der Materie Bewegung, specifische Eigen-

schaften, Wirkung auf andere Körper mittheilen, so zu sagen begeistende Principien.

Diese allgemein begeistende Principien sind höchst wahrscheinlich das Säure- und das alkalische Princip; wenigstens berechtigen uns zu diesem Schluß

die Anziehungen der Säuren und Alkalien,
die Anziehungen der positiv- und negativ-electrischen Körper,
die Erscheinungen der polarisirten Körper, als der Voltaschen Säule, des Magnetes, u. s. w.
die Phänomene der Schwerkraft: der Cohäsion,
die einzelnen Phänomene der Krystallisationen, und tausend andere.

Allein giebt es ausser dieser Anziehung keine andere wirksame Potenz in der Natur, so würde das Säure- und alkalische Princip sich wohl einander wechselseitig anziehen, aber von nun an in beständiger Ruhe bleiben, und im ganzen Umfange der Welt würde nichts daseyn, als etwa neutralisirte Körper, Wärmestoff, und ganz unwirksame Atomen.

Sehen wir nun die anorganische Natur in einer beständigen Thätigkeit, in einer immerwährenden Veränderung, so muß noch etwas ausser der todten Materie und ihren zwey begeistenden Principien daseyn, welches diese Thätigkeit bewirkt und unterhält, und dieses Etwas scheint mir Licht zu seyn. Licht also das allgemeine Bewegungs- und Thätigkeitsprincip der anorganischen Natur.

Dieser Satz ist nichts weniger als aus der Luft hergeholt, nichts weniger als gewagt.

Wenn sich das Licht in der organischen Natur als allgemeines Reizmittel zeigt, so mußte es auch eine ähnliche Function in der anorganischen haben, mußte Bewegungsprincip werden.

Daß es damit wirklich so sey, zeigt uns jeder Satz meiner ganzen Abhandlung. Nichts ist in der ganzen Natur so allgemein

verbreitet, als der Sauerstoff und der Wärmestoff: jener ein Bestandtheil der Atmosphäre, welcher die Erde umgiebt: dieser in Verbindung mit allen Körpern, welche einen Theil des Erdballes ausmachen und irgendwo existiren.

Und Licht unaufhörlich auf Desoxydation hinstrebend — und Licht stets dem Wärmestoff Elasticität mittheilend.

Diese zwey Folgerungen gehen unmittelbar aus meiner Abhandlung hervor; sie lassen sich aber nun auf folgende Art vereinfachen, und in einen bessern Zusammenhang bringen.

Die Bestimmung des Lichtes ist, die anorganische Natur in Thätigkeit zu versetzen: diesen Zweck erreicht das Licht auf zweyerley Art;

Einmal, indem es die Anziehung aufhebt, welche die Bestandtheile des Wärmestoffes unter einander haben, und so entsteht Oxydation, Temperaturerniedrigung;

Ein andermal dadurch, daß es das Band aufhebt, durch welches die zerfallenen Bestandtheile des Wärmestoffes an die Körper geknüpft wurden, und so entsteht Desoxydation und Temperaturerhöhung.

Und so geht zulezt alles auf Wärmezersetzung und Wärmestoffbildung hinaus.

Licht das allgemeine Reizmittel der organischen Natur.

§. 306.

Wenn in der anorganischen Natur, wo alle Veränderungen auf Bewegung zurückgeführt werden, ein Bewegungsprincip nothwendig ist, welches das Eintreten der Ruhe, das ewige Chaos, hindert; so wird auch in der organischen Natur, welche um eine Stuffe höher steht, wo Bildungstrieb, Irritabilität, Sensibilität,

Es bleibt also nichts übrig, als zu schließen, daß das Erwärmen durch Licht so geschehe, daß das Licht, indem es sich mit dem Körper verbindet, den Wärmestoff frey macht, und die Fähigkeit wieder giebt, fühlbare Wärme hervorzubringen, welche er durch seine Verbindung mit den Körpern ganz oder zum Theil verloren hatte.

Daß alle Körper eine gewisse Quantität Wärmestoff in gebundenem Zustande enthalten, bedarf keines Beweises.

Daß alle undurchsichtige, dunkle Körper Licht auffangen, und wenn sie nicht vollkommne Politur besitzen, auch verschlucken, ist eben so gewiß.

Daß dunkle Körper sich desto mehr erhitzen, je mehr sie Licht absorbiren, zeigt gleichfalls die Erfahrung.

Der Schluß ist also consequent, und mein obiger Satz erwiesen, wenn es anders wahr ist, daß Licht für sich nicht erwärmend ist, daß Licht nicht Wärme, keine Modification des Wärmestoffes, und der Wärmestoff keine Modification des Lichtes ist. Allein zwey so ganz verschiedene Substanzen, deren Wirkungen sogar verschieden, selbst manchmal entgegengesetzt sind, können unmöglich Modificationen eines und desselben Grundstoffes seyn.

So oft sich Licht mit oxydirten Körpern verbindet, geht eine Desoxydation vor, wird Sauerstoff frey.

§. 302.

Ich habe diesen Satz durch so viele Fälle erwiesen (§. 89-143. u. §. 279-281).

Ich habe gezeigt, daß selbst scheinbare Oxydationen durch Licht im Grunde nichts als Desoxydationen sind (§ 143-160), daß es überflüssig wäre, hier noch etwas beyzusetzen, aber auch unmöglich,

das Gesagte und ohnehin gedrängt Vorgetragene hier ins Kurze zu bringen.

Ich berufe mich also auf meinen dritten Abschnitt.

Dieses Gesetz der Natur, auf welches ich schon sehr frühe kam, und mich aufmerksam machte, wird nun beynahe allgemein anerkannt. Unsere speculativen Naturphilosophen wissen es sehr gut zu benutzen, um Folgerungen daraus herzuleiten, welche zum Theil nur noch in ihrer Imagination existiren.

„Was die chemischen Wirkungen des Lichtes betrifft," sagt Schelling (Erster Entwurf eines Systems der Naturphilosophie, Jena 1799) „so reduciren sie sich alle auf die desoxidirende Eigen„schaft des Lichtes. Der Grund dieser Eigenschaft muß also in „dem Verhältniß des Lichtes zum Sauerstoff gesucht werden." Welches ist nun dieses Verhältniß? Das wird nun sehr mysteriös gezeigt, und dann so fortgefahren:

„Da nun das Licht nur Phänomen des verschwindenden „Sauerstoffes ist, so muß umgekehrt auch der Sauerstoff Phäno„men des verschwindenden Lichtes oder das seyn, was an die Stelle „des Lichtes tritt. Der Sauerstoff ist den beyden Affinitätssphären „gemeinschaftlich entgegengesetzt, eben weil er beyde trennt und beyde „vermittelt. Das Licht also muß verschwinden, wo sein Gegensatz „wieder hervortritt, und so als desoxydirendes Mittel (gleichsam „als verbrennlicher Körper) zu wirken scheinen. Aber das Licht, „d. h. das was wir Licht nennen, desoxydirt nicht, sein Ver„schwinden coexistirt nur der Desoxydation." Doch genug hievon: ich habe es hier nicht mit rein theoretischer, sondern mit Experimentalphilosophie zu thun.

Sauerstoff ein Bestandtheil des Wärmestoffs.

§. 303.

Wir wollen nun um einen Schritt vorwärts gehen, und diesen Gedanken noch weiter verfolgen.

So viel von der Natur und den Eigenſchaften des Lichtes. Ich würde mich für meine Bemühungen vollkommen entſchädiget halten, wenn ich zur Erweiterung unſerer Kenntniſſe etwas beygetragen und den Wunſchen einer Erlauchten Akademie der Wiſſenſchaften ſollte entſprochen haben.

Was ich zu meinem Wahlſpruch wählte, bleibt immer wahr: La Physique ne sera veritablement une Science, que lorsque tous les effets naturels se deduiront d'un seul principe evidemment demontré.

wenn es das Hinderniß überwindt, welches die zwey Bestandtheile an den Körper hielt und unwirksam machte; zur Trennung, wenn es die Anziehung trennt, welche sie gegenseitig vereinigte. Von beyden Wirkungen finden sich Beyspiele in meiner Abhandlung.

Man überdenke folgenden streng zu erweisenden Vernunftschluß, den ich aus Winterl entlehne:

So oft zwey Dinge zum Theil oder ganz verschwinden, und an deren Stelle ein drittes zum Vorschein kömmt, auch dieses dritte mit dem Verschwinden der andern zwey immer gleichen Schritt geht, so darf man den Schluß machen, daß das dritte aus der Verbindung der zwey verschwundenen entstanden sey.

Nun entsteht allemal fühlbare Wärme, so oft eine Säure und ein Alkali mit einander zu einem Neutralsalz verbunden werden; beyde Substanzen verlieren zugleich ihre vorigen Eigenschaften, auch steht der Grad der Temperaturerhöhung in genauem Verhältnisse der Stärke der Mischungstheile, der Vollkommenheit der Vermischung, der Schnelligkeit u. s. f.

Also ist die bey dieser Mischung zum Vorschein kommende Wärme nichts anders als das Säure- und Baseprincip, welche ihre vorigen Substrate verlassen, sich mit einander vereinigen, und nun als Wärme erscheinen.

Weder die Säure, noch das Alkali ist nach der Vereinigung mehr das, was es zuvor war, indem jedes sein begeistendes Princip verloren hat. Werden sie daher in diesem Zustande von einer Ursache getrennt, welche ihnen keine neue Säurung und Alkalität beybringt, so erscheinen beyde in sehr abgestumpftem Zustande. Und dennoch findet man jene verlornen begeistenden Principien, als solche, nirgends wieder; gleichzeitig aber entsteht eine Erhöhung der Temperatur, die sich genau wie die Summe dieses Verlustes verhält. Zum Beyspiel eines Maximum, wenn ich so

sagen darf, dient die Zusammenmischung des rauchenden Vitriolöls mit frischbereitetem, gepulverten Aetzsteine, in welchem Falle die größte Temperaturerhöhung entsteht, weil beyde Ingredienzien im höchsten Grade begeistet waren. Vermischt man aber eine geschmacklose Säure mit einem geschmacklosen Alkali, so entsteht zwar eben dasselbe Neutralsalz, aber gar keine Temperaturerhöhung, weil die Mischungstheile nichts weiter zu verlieren hatten, und bereits zuvor abgestumpft waren u. s. f.

Der Satz: das Wärmeprincip ist zusammengesetzt aus dem Princip der Acidität und dem Princip der Alkalität, bleibt zwar zur Zeit noch eine Hypothese, welche vielen sehr gewagt scheinen dürfte; allein sie trägt die Empfehlung mit sich, daß sich daraus sehr viele Naturerscheinungen und chemische Processe ungezwungen und genugthuend erklären lassen.

Es ist bekannt, daß alle Frictionen entweder Wärme oder Electricität, oder beydes zugleich hervorbringen, welches wohl der allgemeinste Fall seyn dürfte. So viel ist gewiß, daß im Allgemeinen Leiter homogener Art, an einander gerieben, vorzüglich Wärme, Leiter heterogener Art hingegen Electricität geben. Wo also keine Ursache da ist, die Bestandtheile der Wärme zu trennen, da erscheint Temperaturerhöhung, wo aber der eine Körper mehr geneigt ist gesäuert, der andere alkalisirt zu werden, da geht eine Trennung vor, und es erscheint Electricität. Und so wären die Bestandtheile der Electricität gleichfalls nichts anders als die Bestandtheile des Wärmestoffes, oder die Ursachen der Acidität und Alkalität, und so wäre erregte, zum Vorschein kommende Electricität nichts anders als die Anhäufung eines der Bestandtheile des Wärmestoffs in Gestalt einer Atmosphäre aus Mangel der Fortleitung.

Man hat diese Principien längst in der Electricität vermuthet, viele electrische Versuche verriethen dieses sehr deutlich: die Erscheinungen und Wirkungen der Voltaischen Säule, der oxyge-

nirende Zinkpol, und der hydrogenirende Silberpol haben dieses beynahe bis zur Evidenz erwiesen; jener mehr, dieser weniger electrisch.

Wer weiß, ob nicht auch Magnetismus sich auf diese Grundsätze zurückbringen läßt? Daß zwischen Electricität und Magnetismus eine große Analogie herrscht, ist bekannt: daß Magnetismus sich nicht bloß auf Eisen einschränke, sondern in vielen andern Körpern erscheine, wird immer durch neue Facta unterstützt. Und so läßt sich in der Natur nach und nach alles auf einen Gesichtspunct zurückbringen, und aus sehr wenigen Principien erklären, welches doch der letzte Zweck aller unserer Forschungen seyn soll.

Ich will nun noch zeigen, welchen Bezug das Licht auf obige zwey Grundstoffe oder begeistende Principien hat.

Licht das allgemeine Bewegungsprincip der anorganischen Natur.

§. 305.

Die Materie für sich ist ohne Leben, ohne Kraft, ohne Thätigkeit, ohne Bewegung: mithin auch ohne Zusammenhang und ohne Wirkung; in so weit sind die Urstoffe aller Körper sich gleich.

Finden wir nun in den Bestandtheilen der Materie Zusammenhang, entdecken wir in den Körpern specifische Eigenschaften, welche machen, daß der eine Gold und der andere Diamant ist, so muß zur Materie bereits etwas hinzugekommen seyn, was ihr ursprünglich nicht eigen war. Diese Ursache der specifischen Eigenschaften der Körper muß doppelt seyn, weil doch nichts ohne zureichenden Grund geschieht. Von Seiten der Materie eine gewisse Empfänglichkeit eher zu dieser als zu einer andern Eigenschaft; von aussen Kräfte, welche der Materie Bewegung, specifische Eigen-

erscheinungen zu stehen schien, welche die Metalle während ihrer Verkalkung gewähren. Zufällig hatte ich vor einiger Zeit einige Stangen Phosphor, in einem Glase mit Wasser aufbewahrt, auf einem Fenster mehrere Tage stehen lassen, auf welches die Sonne schien. Ich verwunderte mich nicht wenig, als ich meinen vorhin klaren, weißgelblichen Phosphor vollkommen dunkelroth gefärbt wieder fand. Sollte das Wasser zerlegt worden seyn? Müßte aber dann nicht die entstandene Phosphorsäure von dem Wasser verschluckt worden seyn? — Um also der wahren Ursache, welche diese Röthung bewirkt hatte, näher zu kommen, umgab ich das Glas mit einer starken hölzernen Kapsel, von welcher es genau umgeben wurde und vor dem Zutritt des Tageslichts völlig geschützt blieb. Als ich nach einigen Tagen wieder nach den Phosphor sah, fand ich ihn ganz entfärbt, d. h. von derselben weißgelblichen Farbe, als er vor dem Aussetzen in das Sonnenlicht besaß. Sollte sich also hier nicht der Grundstoff des Lichts thätig bewiesen und diese Färbung bewirkt haben? — Leitet aber diese Erscheinung nicht auch vielleicht darauf, daß der Lichtstoff den Körpern, so wie der Wärmestoff, blos adhäriren könne, ohne mit ihnen grade jederzeit eine chemische Vereinigung einzugehen.

Eben so merkwürdig scheint mir auch der Umstand zu seyn, daß der Phosphor, der einige Zeit unter Wasser liegt, oder nur einige Zeit in demselben erhitzt wird, eine vollkommen weisse Farbe annimmt. In diesem Falle aber habe ich auffallende Spuren einer Säurung bemerkt; das über dem Phosphor befindliche Wasser besaß nämlich einen sehr sauren Geschmack. In welchem Zusammenhange diese Erscheinung mit älteren Beobachtungen Homberg's *) stehe, der ebenfalls bemerkte, daß der Phosphor durch Digestion in Verbindung mit dem Weingeiste nicht allein seine Farbe in eine weiße umänderte, sondern auch seine leuchtende Eigenschaft einbüßte, wage ich jezt noch nicht zu entscheiden.

---

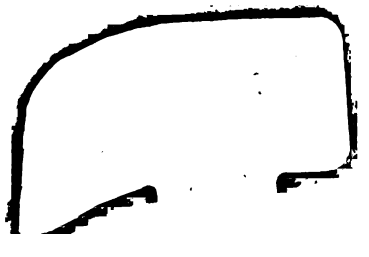
*) Verschiedene Versuche mit dem Phosphorus von Herrn Homberg, aus der Histoire de l'Academie des sciences à Paris. T. IV. p. 133. in v. Crel's chem. Archiv. Th. I. S. 137. f.

Ich bemerke nur noch, daß ich ebenfalls diese Röthung an Stücken Phosphor bemerkte, von denen das eine in einem eingeschlossenen Raume des atmosphärischen Stickgases den ganzen Winter hindurch auf einem Fenster stehen geblieben war; und an einem andern, das ich in einer offenen Röhre dem Einflusse des Sonnenlichts aussetzte. In beyden Fällen nahm der Phosphor, vorzüglich im [illegible]n, eine Zinnoberröthe an, und merkwürdig schien es mir, daß in dem letztern sich der Phosphor ohngeachtet der hohen Temperatur nicht entzündete, weil kurz vorher über demselben Wasser einige Zeit bis zum Kochen erhitzt worden war.

Zu S. 167. f. §. 211. Man vergleiche meinen „Versuch einer populären Chemie." Mühlhausen, 1795. S. 155 bis 158.

Zu S. 180. §. 225 c. Schon Lichtenberg und Pfaff haben zum Beweise des Satzes, daß blos leuchtende Gluth ohne allen Beytritt des Sauerstoffs Statt finde, die Erscheinung angeführt, daß große Stücke Glas unter Wasser glühen, wobey die am Wasser zunächst anliegende Rinde blos warm ist, unterdessen es inwendig glüht. Aus eben dieser Erscheinung haben sie auch den Grund des Glühens des Schwefelkupfers ohne Gegenwart des Sauerstoffs sehr befriedigend erklärt *).

A. N. Scherer.

*) S. Gren's Journal der Physik, B. 8. S 281. f.

Form 419